



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

JÄLJITETTÄVYYDEN KEHITTÄMINEN TUO- TANNOSSA

Ville Östring

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2018
Konetekniikan koulutus
Koneautomaatio



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikan koulutus
Koneautomaatio

ÖSTRING, VILLE:

Jäljitettävyyden kehittäminen tuotannossa

Opinnäytetyö 54 sivua, joista liitteitä 11 sivua
Huhtikuu 2018

AGCO Power Oy on Nokian Linnavuorella toimiva, lähes 800 henkilöä Suomessa työllistävä dieselmoottoreita valmistava kansainvälinen yritys. Linnavuoren lisäksi yhtiöllä on tehdas Argentiinassa, Brasiliassa ja Kiinassa. Opinnäytetyön toimeksiantona oli selvittää vaatimukset komponenttien jäljitettävyyden kehittämiseksi. Tämän pohjalta tuli toteuttaa ratkaisuehdotus, kuinka jäljitettävyys moottorikokoonpanossa tulisi toteuttaa. Ehdotuksen kohteen, lähes 150 moottoria päivässä tuottavan kokoonpanohalli 5:n jäljitettävyyssuoritus tulisi olla mahdollisimman pieni vaikutus tuotannon läpivirtaukseen. Ehdotuksessa tuli lisäksi ottaa huomioon tehtaan kaksi muuta moottorikokoonpanohallia sekä näiden tukitoiminnot, jotta järjestelmä voitaisiin tulevaisuudessa laajentaa kattamaan koko tuotanto.

Emoyhtiön, yhdysvaltalaisen AGCO Corporationin kaikkia tehtaita ohjaava AGCO Production System, eli APS on mm. Lean-filosofiaan vahvasti pohjaava kokoelma erilaisia tuotannon kehittämis- ja johtamismenetelmiä. Nämä prosessit ja toimintaperiaatteet tuli ottaa huomioon kehitysehdotusta muodostettaessa.

Lopputuloksena valmistui vuoden 2018 budjettiehdotukseen sisällytetty järjestelmä, joka toisi valmiudet kokoonpanossa käytettyjen nimikkeiden jäljitettävyyden käynnistämiseksi. Järjestelmä ei kattaisi kaikkia nimikkeitä, mutta se sisältäisi moottorin toiminnan kannalta kriittisimmät, vikatilanteessa moottorin rikkoutumiseen tai toimintakykyyn oleellisesti vaikuttavat osat.

Jos ehdotettu järjestelmä otetaan käyttöön, se parantaa nykytilanteeseen verrattuna huomattavasti yrityksen kykyä reagoida tuotannossa havaittuihin huonoihin toimituseriin ja vähentää merkittävästi mahdollisten, jo markkinoille ehtineiden moottoreiden takaisin- kutsujen aiheuttamia kustannuksia.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Mechanical Engineering
Machine Automation

ÖSTRING, VILLE:

Improving traceability in manufacturing

Bachelor's thesis 54 pages, appendices 11 pages
April 2018

AGCO Power Inc. is an international diesel engine manufacturer headquartered in Linnavuori, Nokia. It has nearly 800 employees in Finland. AGCO Power has three other factories, located in Argentina, Brazil and China. This thesis aimed at finding out the requirements for traceability development. A proposition was to be formed to describe how AGCO Power should improve its engine component traceability in its main engine assembly hall. This hall produces nearly 150 engines a day, so the impact on the production flow should be minimized. The proposition should also bear in mind that the other two assembly halls and their support functions are due to follow this progress.

All of AGCO Corporations subsidiaries, including AGCO Power follow APS, the AGCO Production System. APS is based on lean-philosophy and consists of a collection of different manufacturing leadership and improvement principles. These processes and principles were to be taken into consideration when forming the proposition.

The outcome of this project was a proposition which was included in the budget proposal for 2018. This system would be able to provide traceability for the most critical components. Breakdown of these critical components would result in engine failure or impaired operation.

If the proposed system is implemented, it is a meaningful improvement to the company's ability to react when faulty goods are detected in production. If a batch of engines has already reached the market, it is a significant improvement to the time and effort needed to trace and rectify problems through recall campaigns.

Key words: traceability, lean, manufacturing

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	ORGANISAATIO	7
2.1	Historia.....	7
2.2	Nykypäivä	8
2.3	AGCO ja AGCO Power tulevaisuudessa.....	10
3	JÄLJITETTÄVYYS.....	12
3.1	Tuotteen jäljitettävyys.....	12
3.2	Jäljitettävyysmenetelmät.....	13
3.3	Mitä jäljitetään?	15
3.4	Mitä hyötyä jäljitettävyydestä on?	15
4	LEAN	17
4.1	Historia.....	17
4.2	Määritelmä	18
4.3	APS – AGCO Production System	18
4.4	Lean-periaatteet	19
4.4.1	Hukka	19
4.4.2	Poka-yoke.....	20
4.4.3	TPS – Toyota Production System	21
4.4.4	Jidoka	21
4.4.5	Kaizen	22
4.5	Tuotannon tehokkuus.....	22
5	TEHTÄVÄ	24
5.1	Perusta tarpeelle	24
5.2	Nykytilanne.....	26
5.3	Tavoite	26
5.4	Työn valmistelu	27
5.5	Jäljitettävyys ehdotuksen muodostaminen.....	27
5.6	Ehdotus	27
5.7	RASKO.....	28
5.7.1	Erätunnisteiden jäljitettävyys	29
5.7.2	Sarjanumeroiden jäljitettävyys.....	31
5.8	Tiedonsiirto järjestelmien välillä	32
5.9	R-linja	33
5.10	Supermarket	38
5.11	Seurannaisvaikutukset	38
6	POHDINTA.....	40

7	LÄHTEET	42
8	LIITTEET.....	44
	Liite 1. AGCO Power Company Presentation 2018.....	44
	Liite 2. Sinet / APS.....	46
	Liite 3. AGCO Production System s 214.	47
	Liite 4. AGCO Production System s 223.	48
	Liite 5. Moottorikomponenttien jäljitettävyyys 5-hallissa.	49

1 JOHDANTO

AGCO Power Oy on Linnavuoressa toimiva kansainvälinen dieselmoottorivalmistaja, jonka toimeksiannosta tehtiin tämä opinnäytetyö parantamaan moottorikokoonpanossa käytettyjen komponenttien jäljitettävyyttä. Yhtiön pitkän tähtäimen tavoitteena on parantaa sekä absoluuttista että asiakkaan kokemaa laatua, ja tämä on yksi askel sitä kohti (AGCO Corporation 2017). Työn tarkoituksena oli selvittää vaatimukset sille, miten jäljitettävyys saataisiin toteutettua moottorikokoonpanon eri vaiheisiin mahdollisimman pienillä vaikutuksilla tuotannon virtaustehokkuuteen. Tavoitteena oli luoda ehdotus siitä, miten ja millä jäljitettävyys tulisi toteuttaa, sekä luoda tästä ohjeistus kaikille sen vaikutuksen alla oleville sidosryhmille.

Yhtiön tuotanto pohjaa vahvasti lean-ajatteluun. Emoyhtiö AGCO-konsernilla on oma, lähes 300-sivuisen dokumentin laajuinen keskeisiä lean, ja Six Sigma -periaatteita hyödyntävä tuotantojärjestelmä APS, AGCO Production System. Opinnäytetyön teoria pohjana esitetään sekä jäljitettävyyden, APS:n, että yleisen lean-teorian keskeisiä käsitteitä. Teorioiden tueksi esitellään myös esimerkkejä jäljitettävyydestä tuottavassa teollisuudessa.

Työ aloitettiin haastatteleamalla yrityksen eri osastojen esimiehiä ja työntekijöitä sekä tutustumalla tuotannon eri osa-alueisiin käytännössä. Kokonaiskuvan hahmottamiseksi karotettiin sisäisiä ja ulkoisia toimitusprosesseja, tutustuttiin eri työvaiheisiin ja toimintamalleihin sekä pyrittiin löytämään niistä optimaalisin lähtökohta jäljitettävyyden mahdollistamiseksi.

Alussa luotujen tavoitteiden edistymistä seurattiin prosessin aikana ja työn edistyessä alustavien tutkimusten perusteella päätettiin mihin osa-alueisiin tulisi keskittyä. Päätettiin keskittyä tärkeimpien komponenttien jäljitettävyyden mahdollistamiseen ja jättämällä mahdollisuus laajentaa järjestelmän kattavuutta tulevaisuudessa.

2 ORGANISAATIO

Tässä luvussa kerrotaan, kuinka suomalainen moottoritehdas AGCO Power Oy syntyi ja miten se päätyi yhdeksi maailman johtavaksi dieselmoottorivalmistajaksi. Lisäksi siinä avataan tuotannon laajuutta Suomessa ja ulkomailla, sekä tulevaisuuden näkymiä yhdysvaltalaisen emoyhtiö AGCO Corporationin omistuksessa.

2.1 Historia

AGCO Power Oy on yhdysvaltalaisen pörssiyhtiö AGCO Corporationin nykyisin omistama suomalainen perinteikäs dieselmoottorivalmistaja. Alun perin puolustusministeriön alaisuuteen lentomoottorien huoltamista varten vuonna 1942 rakennettu tehdas on ollut dieselmoottorikehityksen edelläkävijä jo uransa alkutaipaleelta lähtien. Sota-aikaan Nokian Linnavuoreen louhitun tehtaan tiloissa kokoonpantiin Myrsky II –hävittäjäkoneen runkoja, kunnostettiin lentokonepotkureita ja valettiin laakereita. (AGCO Power Oy 2017.)

Sodan päätyttyä tehdas siirtyi lähes täysin sotakorvaustuotantoon, mikä oli tärkeä tekijä pohjustamaan tulevaisuuden menestystä. Työkaluja ja koneita ei juuri ollut, joten suuri osa jouduttiin valmistamaan itse, minkä ansiosta Linnavuoreen kehittyi erinomainen koneistus- ja moottorituntemus. Sotakorvauksina valmistetut dieselmoottorit ja ilmakompressorit tehtiin lähes kaikki Linnavuoreessa. Oman tuotekehityksen pohjalta aloitettiin dieselmoottorien valmistus vuonna 1946. Näitä 440- ja 648-mallin moottoreita valmistettiin lähinnä meri- ja aggregaatti käyttöön. (AGCO Power Oy 2017.)

Ensimmäisen traktorin moottorin tuotekehitys aloitettiin vuonna 1947 ja tämän 4-sylinterisen moottorin polttoaineeksi oli kaavailtu bensiiniä tai petrolia. Tuotekehitys kesti noin neljä vuotta ja sarjatuotanto Valmet 15 –traktorille alkoi vuonna 1951. Ensimmäinen traktoriin tarkoitettu dieselmoottori valmistui kuitenkin ”vasta” 1957, tämä kolmisylinterinen moottori oli kuitenkin niin urauurtava, että peruskonseptista on käytössä moni asia vielä tänäkin päivänä, kuten märät sylinteriputket, polttoaineensuoraruiskutus ja läpihengittävä sylinterikansi. (AGCO Power Oy 2017.)

Erinäisten vaiheiden ja kymmeniä tuhansia valmistuneita moottoreita myöhemmin vuonna 1994 yhtiötä kohtasi suuri rakennemuutos, kun silloinen Valmet Oy nimellä toiminut yritys aloitti rakennemuutokset ja yhtiö pilkottiin kolmeen osaan. Dieselmoottoreiden, hammaspyörien ja dieselvaravoimaloiden valmistus pysyi kantatehtaan alueella Sisu Diesel -nimellä. Tehdasautomaatio muodosti oman yksikkönsä ja se tunnetaan nykyisen nimellä FASTEMS, lentomoottoreiden huolto-osasto sen sijaan siirtyi nykyisen Patrian toiminnan alle ja se sijaitsee edelleen Linnavuorella, vuoren toisella puolella. (AGCO Power Oy 2017.)

Yhtiöllä on ollut monta eri omistajaa vuosien varrella, aina puolustusministeriöstä, VMT:stä, eli nykyisestä Valmetista, KONE Oyj:hin. AGCO Corporation ostikin yhtiön, silloisen Sisu Dieselin, KONEelta vuonna 2004. Yhtiö nimettiin vuonna 2008 ensin AGCO Sisu Poweriksi ja sai lopulta vuonna 2012 nykyisen nimensä AGCO Power Oy. (AGCO Power Oy 2017.)

2.2 Nykypäivä

AGCO Power valmistaa dieselmoottoreita kolmessa maanosassa. Brasiliassa Mogi das Cruzessa sijaitsee tehdas, joka valmistaa moottoreita lähinnä Etelä-Amerikan markkinoille. Tehtaan tuotantokapasiteetti on 30 000 moottoria vuodessa. Etelä-Amerikassa on tehdas myös Argentiinassa, General Rodriguezissa. Tämä pieni, n. 3000 moottorin vuosittaisen tuotantokapasiteetin omaava vuonna 2014 valmistunut tehdas on AGCO Powerin uusin tehdas. AGCO Powerin viime vuosien suurin investointi sen sijaan on ensin vuonna 2012 vuokratiloihin perustettu ja sittemmin omiin tiloihin muuttanut Changzhoun tehdas Kiinassa. Changzhoun tehdas sijaitsee n. 200 km päässä Shanghaista ja sen tuotantokapasiteetti on Brasilian tehtaan tapaan 30 000 moottoria vuodessa. Changzhoun tehtaalla valmistuu 3- ja 4-sylinterisiä moottoreita, joita käytetään AGCON eri brändien kevyempien traktorimallien voimanlähteinä. (Liite 1.)

Linnavuori on AGCO Powerin tehtaista suurin, ja se työllistää lähes 800 henkilöä. Sen tuotantokapasiteetti on mahdollista nostaa 50 000 moottorin vuosituotantoon saakka. Moottorikokoonpanon lisäksi Linnavuorella valmistetaan hammasrattaita, koneistetaan sylinteriryhmiä ja -kansia, valmistetaan moottoreissa käytettäviä polttoaine- ja öljyputkia

sekä kunnostetaan ns. vaihtomoottoreita ja vaihtopolttoainelaitteita, jossa asiakas saa tehdaskunnostetun moottorin tai polttoainelaitteen palauttaessaan vanhan samanlaisen tilalle. (Liite 1).

Viime vuosien moottorituotannossa on näkynyt maailman yleisen taloustilanteen aiheuttama kysynnän heikkeneminen. Vuonna 2013 ennen viimeisimmän moottoreita koskevan lainsäädännön voimaan tuloa Linnavuoresta valmistui lähes 40 000 moottoria. 2016 valmistettiin vain n. 24 000 moottoria. 2017 on tosin aloittamassa jälleen positiivisen trendin ja vuoden loppuun mennessä odotetaan saavutettavan 30 000 moottorin rajapyykki. Tämä on huomattavasti paremmin kuin alkuvuonna 2017 arvioitu n. 26 000 moottorin tuotanto. 2019 ensimmäisellä vaiheellaan alkava seuraava eurooppalainen päästölainsäädäntö Stage 5 kasvattaa myös vuoden 2018 tuotantoa. Tämä johtuu siitä, että uuden päästölainsäädännön voimaan astuessa, työ konevalmistajat saavat myydä vielä edellisen sukupolven moottoreilla varustettuja koneita kahden vuoden ajan. Tälle on ehtona se, että moottori sekä pakokaasujen jälkikäsittelylaitteisto on valmistettu ennen lainsäädännön voimaan tuloa, eli vuoden 2018 aikana. Linnavuoressa tehdään myös AGCO Powerin kehittyneimmät moottorit, kuten mm. tuoteperheen uusin jäsen, 16,8 litrainen V12-moottori, joka on Challenger-telatraktoreiden lippulaivamallissa. (Liite 1.)

Linnavuoren 800:sta työntekijästä toimihenkilöitä on n. 250. Erityisesti viimeisen kahden vuosikymmenen aikana Euroopan Unionissa ja Pohjois-Amerikassa tapahtunut voimakas lainsäädännöllinen paine dieselmoottoreiden aiheuttamien päästöjen hallintaan on kasvattanut yrityksen tuotekehitykseen kohdistuvia vaatimuksia. AGCO Powerin tuotekehitys on keskitetty Linnavuoreen ja valmistui moottori millä tahansa AGCO Powerin tehtaalla, on sen juuret Linnavuoressa. Tuotekehityksessä työskentelevien henkilöiden määrän kasvu onkin suurin syy toimihenkilöiden määrän kasvuun. Tuotekehityksessä tarvitaan aiempaa huomattavasti laajempaa tietämystä eri tieteenaloilta kuin aiempina vuosikymmeninä. Esimerkiksi nykyinen typenoksideita vähentävä selektiivinen katalyyttinen pelkistys, eli SCR-järjestelmä ja sen ohjaaminen, vaatii syvällistä kemian ja virtaustekniikan ymmärtämistä. (Liite 1.)

2.3 AGCO ja AGCO Power tulevaisuudessa

Statistan vuonna 2017 tekemän listauksen mukaan AGCO on maailman neljänneksi suurin maatalouskonevalmistaja John Deeren, Case New Hollandin ja Kubotan jälkeen (Statista 2017). AGCON jälleenmyyjäverkosto kattaa yli 140 maata ja sisältää yli 3000 jälleenmyyjää. Yhtiö on perustamisvuotensa 1990 jälkeen hankkinut lukuisia perinteikkäitä maatalouskonevalmistajia omistukseensa. AGCON tuotepaletin terävimpään kärkeen kuuluukin nykyisin mm. traktoreita ja leikkuupuimureita valmistava korkealaatuisen tuotteen maineessa oleva saksalainen Fendt, maailman myydyin traktorimerkki Massey-Ferguson sekä perinteikäs suomalainen, suurimmaksi osin Suolahdessa valmistettava Valtra. Lisäksi yhtiön omistuksessa on mm. telatraktoreita valmistava Challenger, viljan säilytysratkaisuihin erikoistunut GSI sekä muita Euroopassa ei niin tunnettuja merkkejä, kuten Gleaner ja Hesston -leikkuupuimurit. AGCO Power myy moottoreita myös konsernin ulkopuolelle, kuten vaikkapa Komatsu-metsäkoneisiin, Sampo Rosenlew -leikkuupuimureihin, JCB-traktoreihin yms. (Liite 1.)

AGCO Powerin liikevaihto vuonna 2016 oli 361 miljoonaa euroa. Samaan aikaan emoyhtiö AGCO Corporationin liikevaihto oli 7,4 miljardia. AGCO Power -moottoreita oli vuonna 2015 n. 50 %:ssa AGCON myymistä ajoneuvoista. Linnavuoren tehtaan merkitys konsernin pääasiallisena moottoritoimittajana on siis tärkeä, joten sen on tehtävä kaikkensa pysyäksään kehityksen aallonharjalla. Yksi tulevaisuuden haasteista onkin pitää yllä ja parantaa jo olemassa olevaa erinomaista laatua. Näiden näkymien pohjalta kumpuaa myös tarve tälle opinnäytetyölle. (Liite 1.)

AGCON tulevaisuuden strategian ytimessä on laatu ja sen parantaminen. Yhtiö tavoittelee markkinajohtajan asemaa asiakkaiden kokemassa laadussa (AGCO Corporation 2017). Missiokseen se listaa arvon tuottamisen asiakkaalle ylivoimaisena laatuna, luotettavina tuotteina sekä ylivoimaisena palveluna, joka ylittää asiakkaan odotukset. Kaaviossa 1 on osa strategiakokonaisuudesta, jolla yhtiö aikoo saavuttaa visionsa. Markkinaosuuden (engl. market share) kasvattamisessa keinoiksi listatut ominaisuudet ovat kaikki laadukkaaseen työskentelyyn tähtääviä. Virheettömien tuotteiden toimituksen (engl. everything working correctly at delivery), luotettavien tuotteiden (engl. reliable products) ja erinomaisen palvelun (engl. superior service) kautta.

Kaavion 1 toinen tavoite, parantunut kannattavuus (engl. profitability) tulee seurauksena näistä toimenpiteistä. Siihen vaikuttaa vähentynyt hukka ja korjaustyö (engl. reduced scrap and rework), vähentyneet takuu- ja kampanjakulut (engl. reduced warranty and field campaigns) sekä nopeampi ja kestävämpi ongelmien ratkaisu (engl. faster and sustainable problem resolution) Tämän työn tarkoitus on osaltaan olla tukemassa kaikkia näitä tavoitteita.



KAAVIO 1. (AGCO Corporation AQS, 2017)

3 JÄLJITETTÄVYYS

Tässä luvussa selvitetään, mitä tuotteen jäljitettävyydellä tarkoitetaan, esitellään jäljitettävyyden toteuttamistapoja sekä siihen yleisimmin käytettyjä työkaluja ja tunnisteita. Lisäksi esitellään esimerkki siitä, miksi jäljitettävyys on nykyaikaisessa tuotannossa ensiarvoisen tärkeää.

3.1 Tuotteen jäljitettävyys

Toimitusketjujen hallinnan standardeja kehittävä kansainvälinen järjestö GS1 määrittelee jäljitettävyyden Global Traceability Standards -dokumentissaan tiedoksi siitä mistä, mihin ja milloin kukin komponentti, joista tuote koostuu, on valmistunut, kulkenut tai asennettu. Lisäksi tieto pystytään valmistajan toimesta jäljittämään koko tuotantoketjun ajalta. (GS1 2012, 13.)

Syitä siihen, miksi tuotteen alkuperää olisi syytä jäljittää, on useita. Töyrylä (1999, 8) kirjoittaa, että jäljitettävyydellä voidaan saavuttaa useita hyötyjä monilla eri aloilla. Tuotteen hyvän jäljitettävyyden avulla valmistaja pystyy minimoimaan laatuvaihteluiden vaikutuksien laajuutta ja niiden aiheuttamia kustannuksia tai laillisia vastuita. Esimerkiksi 1990-luvun alun Isosta-Britanniasta lähtöisin ollut BSE-kriisi tai huoli puutuotteiden ekologisesti kestävästä alkuperästä ovat tunnettuja jäljitettävyyttä vaativia tapauksia (Töyrylä 1999, 8). Joissain tuoteryhmissä, erityisesti elintarviketeollisuudessa, tuotteen alkuperän tunnettuudella on myös vaikutusta sen markkina-arvoon ja kuluttajien luottamukseen, esimerkkinä vaikkapa kotimainen lihakarja verrattuna ulkomaiseen.

Jo 1960- ja 1970-luvuilla alkanut kulutuksen kasvu ja valmistajien suuremmat vastuut myymistään tuotteista on kasvattanut jäljitettävyyden merkitystä tuotantoketjussa. Mutta vasta tällä vuosituhannella datan hallinnan helpottuessa ja kustannusten merkittävästi laskeessa se on todella yleistynyt (Töyrylä 1999, 8-9). Nykypäivänä on kuitenkin oletusarvoista jo esimerkiksi se, että kun valmistaja lähettää tuotteen asiakkaalle, oli hän missä päin maailmaa tahansa, pystyy sekä ostaja että myyjä lähes reaaliajassa seuraamaan missä paketti milläkin hetkellä matkustaa.

Töyrylä (1999, 17) listaa teoksessaan seuraavia tekijöitä jäljitettävyyden perusteeksi:

- Ikä. Erot samankaltaisten tuotteiden välillä, Linnavuoren moottoritehtaalla esimerkiksi täsmällinen tieto kokoonpano- tai applikaatiomuutoksista.
- Tuotteen tai sen osien alkuperä. Mistä komponenteista tuote koostuu. Mahdollistaa valmistajan vetämään takaisin tehokkaasti tai keskeyttämään tuotannon, mikäli tuotannossa ilmenee viallisia nimikkeitä.
- Määränpää. Globaalissa toimitusketjussa pysytään tarkemmin selvillä siitä, mihin tuotteet ovat päätyneet.
- Räätelöinti. Moottoreita valmistetaan moniin eri applikaatioihin, lukuisten eri valmistajien tuotteisiin. Jäljitettävyys helpottaa laajan tuotevalikoiman hallintaa.
- Virheet ja laatuvaihtelut. Tuotannossa ja kuljetuksessa sattuvia laatuvaihteluita, jotka johtavat vaurioituneisiin, hukkuneisiin tai myöhästyneisiin tuotteisiin.
- Laittomuudet. Helpottaa väärennetyjen tuotteiden erottamista aidoista ja suojelee brändiä.

Lisäksi GS1:n mukaan riippuen siitä missä vaiheessa tuotantoketjua yritys toimii, tuotteen jäljitettävyys voi olla jollain aloilla jo lainsäädännöllinen vaatimus. Hyvä jäljitettävyys on myös usein asiakkaan vaatimus tavarantoimittajalle, ja se tuo läpinäkyvyyttä tilaus-toimitusketjuun. (GS1 2012, 6.)

3.2 Jäljitettävyysmenetelmät

AGCO Powerilla viivakoodeja on toistaiseksi luettu Cognexin viivakoodin lukijoilla. Cognex on yksi suurimmista konenäköön ja viivakoodin lukemiseen erikoistuneista yrityksistä. Vuonna 1981 perustettu Cognex esitteli ensimmäisenä vuonna 1982 teollisuuden käyttöön suunnatun optiseen tekstin tunnistukseen kykenevän laitteiston, Datamanin (Cognex 2017). AGCO Power käyttää kuvan 1 mukaisia Cognex DataMan 8050 lukijoita, jotka valittiin niiden erinomaisen luotettavuuden ja nopeuden ansiosta.



KUVA 1. (Cognex 2018. Dataman 8050 series)

Yksittäisen komponentin jäljitettävyys on valmistavassa teollisuudessa usein toteutettu merkitsemällä tunniste joko suoraan komponenttiin itseensä tai tuotteen pakkaukseen. Pakkauksissa käytetään pääosin viivakodeja, joita on moninaisia, standardista ja tarvittavasta tietomäärästä riippuen. Esimerkiksi kansainvälinen toimitusketjun hallintaan erikoistunut järjestö GS1 tarjoaa 14:sta erilaista viivakoodistandardia. Erona on ulkoasun ja luettavuuden lisäksi niihin mahtuvan tiedon määrä (GS1, 2017).

Paketeissa olevien viivakoodien lisäksi käytetään myös niin sanottua DPM, eli Direct part marking -tekniikkaa, jossa 2D-matriisi merkitään suoraan tuotteeseen. Sen on todettu olevan kustannustehokas tapa merkitä yksittäisiä osia, alikokoonpanoja tai lopputuotteita tavalla, joka kestää lähes tuotteen eliniän. Sen vahvuus on myös matriisiin mahtuva datamäärä verrattuna perinteiseen viivakoodiin. DPM-tekniikoita on erilaisia, kuten pneumaattisesti pistepuikolla matriisin tekevä pistemerkintälaitte, laser-merkintä, kuten kuvassa 2, mustesuihkutulostettu merkintä tai sähkökemiallisella prosessilla tehtävä merkintätapa. Eri merkintätavat sopivat eri tuotteisiin, esimerkiksi pneumaattista merkintätapaa ei voida käyttää tuotteisiin, jotka ovat hauraita tai joiden muoto saattaisi vääristyä merkintävaiheessa. Mustesuihku taas ei sovellu esimerkiksi moottorikomponentteihin, joissa öljyt tai kemikaalit poistaisivat tai heikentäisivät koodin luettavuutta. 2D-matriisin heikkoutena on se, että sitä ei voi lukea halvimmillä viivakoodinlukijoilla, vaan ne tarvitsevat kuvantamisteknologiaa hyödyntävän lukijan. (Cognex. 2011, 2)



KUVA 2. 2D-matriisi merkittynä suoraan tuotteeseen. (Cognex 2011, 1)

3.3 Mitä jäljitetään?

Nykypäivän ajoneuvoteollisuudessa kilpailu on kovaa. Uudet markkina-alueet, globaali kaupankäynti, sekä jatkuvasti kehittyvät tuotantomenetelmät, toimitusketjut ja strategiat pitävät huolen siitä, että valmistajien on pystyttävä kehittämään laatuaan, optimoimaan prosessejaan ja maksimoitava koko tuotantoketjunsä läpivirtaavuus. Tämän lisäksi tavoitellaan lisäksi kustannussäästöjä.

Jäljitettävyys autoteollisuudessa kertoo valmistajalle tuotteen DNA:n, yleensä ajoneuvoista dokumentoidaan komponentteja tai kokonaisten ajoneuvojen tapauksissa alikokoonpanoja, jotka saattavat tulla toimittajalta esikokoonpantuna.

Yleisimpiä seurattuja tietoja ovat:

- Valmistaja
- Valmistus- tai kokoonpanotehdas
- Valmistusmaa
- Valmistusajankohta
- Tuotantolinjan numero
- Varaosnumero
- Mallinumero
- Sarjanumero
- Kokoonpanoon käytettyjen komponenttien tunnistet
- ”Parasta ennen” -päiväys (esim. jotkut kemikaalit, akut, yms.)

Tämä data voidaan yhdistää yhdeksi luettavaksi koodiksi. Se voi olla 2D-matriisi, 1D-matriisi tai viivakoodi. Datamanin kaltaisten lukijoiden tehtävänä on lukea tämä koodi ja toimittaa sen sisältämä tieto yrityksen ERP- eli toiminnanohjausjärjestelmään, jossa se tallennetaan lopputuotteen tunnistetiedot sisältävään tietokantaan (Cognex 2011, 1).

3.4 Mitä hyötyä jäljitettävydestä on?

Jäljitettävyys ei suinkaan ole ilmaista, sillä esimerkiksi yksittäisessä moottorissa on satoja osia, joita voitaisiin jäljittää. Onko kaiken tämän tiedon kerääminen sitten tarpeellista? Tai onko siitä mitään hyötyä? Cognex väittää Expert Guide (Cognex 2011, 1) -ohjeessaan, että on. Ohjeeseen haastateltu General Motorsin tuotantoteknologiajohtaja Larry

Graham toteaa, että heidän mittakaavassaan epäonnistunut tuote osatoimittajalla maksaa n. 25 000 – 500 000 dollaria. Tämä hinta-arvio sisältää sen, että toimittaja huomaa ongelman, korjaa sen, ja sen jälkeen etsii ja korjaa kaikki osat, joihin kyseinen ongelma on kohdistunut. Graham kertoo myös, että mitä pidemmälle tuotantoketjua virhe pääsee, sitä suuremmista summista on kyse, kun virhettä aletaan korjata. Esimerkkinä hän mainitsee, että jos vika huomataan vasta asiakkaan kokoonpanotehtaalla, hinta on moninkertaistunut aina n. miljoonaan dollariin saakka. Jos virheellinen tuote pääsisi asiakkaalle saakka, puhutaan kymmenkertaisista kustannuksista.

Tähän sopii hyvin esimerkki Toyotan epäonnistuneesta yrityksestä säästää virheen korjauskustannuksissa, joka tuli lopulta heille erittäin kalliiksi. Toyota sovitteli oikeusjutun USA:n liittovaltion kanssa vuonna 2014. 1,2 miljardin dollarin korvauksiin päätynyt oikeudenkäynti johtui useiden eri automallien kaasupolkimen jumiutumisen aiheuttamien onnettomuuksista. Yhtiö oli tietoisesti peitellyt ongelmaa ja yritti hiljaisena kampanjana vaihtaa vialliset osat uusiin. Totuus kuitenkin paljastui lukuisten onnettomuuksiin johtaneiden vikaantumisen myötä. Lopulta yhtiö myönsi valmistusvian ja satoja tuhansia autoja kutsuttiin korjattavaksi. Liittovaltion sakkojen lisäksi tekeillä on vielä 400 yksityistä oikeusjuttua vian aiheuttamien kuolemien tai loukkaantumisten vuoksi. (Department of Justice 2014). Tämä kuvaa hyvin sitä, kuinka nykypäivänä tuoteturvallisuus on äärimmäisen tärkeää, eikä vähiten juuri autoteollisuudessa (Stark 2011, 36).

Tekniikan kehittyessä ja tuotteiden tullessa yhä monipuolisemmaksi, myös vikaantuvien komponenttien määrä kasvaa. Lisäksi lainsäädännön ja kuluttajien vaatimusten tiukentumassa myös valmistajien on oltava varmempi tuotteidensa turvallisuudesta ja laadusta. Vuonna 2016 Yhdysvalloissa autovalmistajat takaisinkutsuivat ennätykselliset 53,2 miljoona ajoneuvoa, vuoteen 2015 verrattuna määrä kasvoi 7:llä prosentilla (Shepardson 2017).

Jälkimarkkinoiden aiheuttamien vahingonkorvausten tai kampanjointikulujen lisäksi jäljitettävyydestä on hyötyä myös itse valmistuksessa. Jäljitettävyyttä voi olla myös komponentin liikkuminen tuotannossa. Sen avulla voidaan nähdä ja pitää kirjaa siitä, miten osa liikkuu tuotantolaitoksessa ja löytää keinoja vaiheajojen lyhentämiseen ja tuotannon pullonkaulojen tunnistamiseen. (Cognex Corporation, 1). Kokoonpanotyössä sitä voidaan myös hyödyntää lean-luvussa (luku 4) tarkemmin esiteltävällä poka-yoke menetelmällä, jossa komponentin oikeellisuus varmistetaan jo asennusvaiheessa.

4 LEAN

AGCO Powerin Linnavuoren tehdas pyrkii toimimaan vahvasti lean-periaatteita noudattaen. Linnavuoressakin noudatettavaa AGCO:n omaa APS-tuotantojärjestelmää tarkasteltaessa löytää leanin vaikutteita myös muista tuotannonkehityksen työkaluista, kuten Six Sigman. Lean periaatteet ohjasivat myös tämän työn tavoitteita. Leaniä on käsitelty kirjallisuudessa varsin kattavasti. Tämän työn teoriapohjana käytettiin kirjallisuutta aiheen ympäriltä, lean.org-sivustoa sekä erinäisiä tutkimusartikkeleita aiheesta. Jos leaniä tulisi kuvata yhdellä lauseella, sen voisi esittää filosofiana, jonka tavoitteena on maksimoida arvo asiakkaalle ja samalla pyrkiä minimoimaan siihen käytetyt resurssit. (Lean Enterprise Institute.)

4.1 Historia

Usein leanistä puhuttaessa esille nousee ensimmäisenä Toyota. Eikä syyttä, sillä termi lean esiintyi ensimmäisen kerran juuri Toyota Production Systemiä, eli TPS:ää tutki-neessa vuonna 1988 julkaistussa artikkelissa ”Triumph of the Lean Production System” (Krafcik 1988, 11). Artikkelin kirjoitti MIT:n eli Massachusetts Institute of Technologyn tutkija John F. Krafcik. Krafcik toimi tutkijana International Motor Vehicle Programissa, jonka tehtävänä oli tutkia kansainvälistä autoteollisuutta. Krafcik kuvasi Toyotan prosessia, jossa pidettiin mahdollisimman pientä varastoa, pyrittiin minimoimaan hukkaa ja yksinkertaistamaan tekniikkaa hauraaksi (engl. fragile). Krafcik päätyi kuitenkin vaihtamaan hauraan leaniksi (suom. niukka, hoikka), koska koki, että hauras oli negatiivinen termi kuvaamaan prosessia, joka mahdollisti erinomaisen tuottavuuden ja laadun.

TPS:n kehitys alkoi sen jälkeen, kun Eiji Toyoda palasi Pohjois-Amerikasta Fordin tehdasvierailultaan vuonna 1950. Toyodan tarkoituksena oli tutustua Fordin suuren massa-tuotannon mahdollistavaan tuotantolinjaan, mutta matkan suurimman vaikutuksen teki lopulta paikallisen supermarketin toiminta. Hän huomasi, kuinka kauppa tilasi uutta tavaraa vasta, kun asiakkaat olivat ostaneet hyllyistä edelliset. Tämän pohjalta syntyi ns. imuohjaus, eli Just-in-time, yksi tunnetuimpia lean-periaatteita, jonka tarkoitus on toimittaa juuri oikea määrä tuotteita juuri oikeaan aikaan. (Liker 2006, 22-23.)

4.2 Määritelmä

Ensimmäinen syvälinen tutkimus, joka kuvasi ajatusmalleja leanin taustalla, ilmestyi vuonna 1990. Tämä teos, *The Machine That Changed the World* lanseerasi varsinaisen Lean Manufacturing -termin. Kirjan kirjoittivat James P. Womack, Daniel Roos ja Daniel T. Jones. Siinä osoitettiin yhdessä Kraficin tutkimuksen avulla, kuinka teknisesti yksinkertaisempi, ”hauras” järjestelmä oli tehokkuustasoltaan huomattavasti parempi kuin pohjoisamerikkalaiset perinteiset tuotantojärjestelmät. Kirjalle tuli myös jatko-osa *Lean Thinking*, jossa James P. Womack ja Daniel T. Jones määrittävät leanin viisi pääperiaatetta seuraavasti:

1. Asiakkaan tahtoman arvon määrittäminen
2. Määrittää tämän arvon tuottama arvovirta, ja haastaa sen tehokkuus
3. Virtaustehokkuuden varmistaminen
4. Imuohjauksen järjestäminen eri toimintojen välille
5. Tavoittele täydellisyyttä vaiheiden, ajan ja tiedon määrän minimoinnissa arvontuottamisessa

4.3 APS – AGCO Production System

AGCO Production System on koko konserninlaajuinen tuotannonkehitysjärjestelmä. AGCO Powerin henkilöstöoppaassa (Liite 2.) sen tavoitteeksi on määriteltä:

- Liiketoiminnan kannattavuuden parantaminen
- Työn tehokkuuden ja tuottavuuden parantaminen työkuormaa lisäämättä
- Vuorovaikutuksen lisääminen ihmisten ja ryhmien välillä
- Paremman kilpailukyvyn luominen ja yritystoiminnan jatkuvuuden varmistaminen
- AGCO:n tehtaiden toimintatapojen yhdenmukaistaminen

APS perustuu lean-periaatteisiin ja se pyrkiikin tunnistamaan arvon ja arvoa tuottamattoman työn, ja eliminoimaan hukan. Se tavoittelee myös virtauksen parantamista ja läpimenoajan lyhentämistä sekä pyrkii standardointiin ja jatkuvaan parantamiseen.

Tehtaalla on oppaassa esitelty oma APS-työryhmänsä, jonka tavoitteeksi määritellään APS:n ja leanin Linnavuoren tehtaalla käynnissä olevien toimenpiteiden toteutumisen edesauttaminen ja pitkän tähtäimen suunnitelmien ylläpito ja kehitys.

4.4 Lean-periaatteet

Tässä luvussa esitellään lyhyesti ne lean-periaatteet ja toimintamallit, jotka ovat ohjanneet tämän työn etenemistä.

4.4.1 Hukka

Yksi lean-tuotannon keskeisimpiä asioita on hukan eli japaniksi Mudan vähentäminen. Kaikki tuottamaton työ pyritään kitkemään prosesseista. Liker (2006, 87) toteaa kirjassaan, että useimmissa prosesseissa on 90% hukkaa ja 10% lisäarvoa tuottavaa työtä. Hukka määritellään toimintona, joka luo kustannuksia, mutta ei tuota lisäarvoa. Hukan vähentäminen, ja sen luomisen välttäminen oli yksi ydinasioita myös tässä työssä. Toisaalta erinomainen jäljitettävyyys vähentää hukkaa monella eri osa-alueella, mutta sen aikaansaamiseksi ei saisi syntyä tarpeetonta hukkaa.

Hukkaa tarkemmin määriteltäessä tulee katsoa asiaa asiakkaan näkökulmasta. Hukka voidaan Likerin (2006, 28-29) mukaan jakaa kahteen lajiin. Hukkaan, joka on prosessin kannalta välttämätön, mutta ei tuota lisäarvoa asiakkaalle. Toinen hukan muoto, jota pyritään vähentämään taas ei tuota lisäarvoa, eikä ole prosessin kannalta välttämätön. Tuotannonkehityksessä haasteena onkin tunnistaa juuri tämä hukan muoto.

AGCO Production System (Liite 3.) -kirjassa listataan seuraavat hukan muodot

1. Ylituotanto
2. Odotusaika
 - a. Työntekijä odottaa konetta
 - b. Työntekijä odottaa työntekijää
 - c. Kone odottaa työntekijää
 - d. Kone odottaa konetta
3. Turha kuljettaminen tai tavaroiden siirtely
4. Tehoton tai liiallinen prosessointi

5. Ylisuuren varaston ylläpito
6. Tarpeeton liike, esim. työpisteen työvaiheiden vaatiman liikehännän huono järjestely
7. Viallisten tuotteiden valmistus ja niiden korjaaminen
8. Työntekijöiden potentiaalin hyödyntämättä jättäminen

Mudan poistamisen lisäksi tulee Likerin (2006, 28-31) mukaan huomioida myös Mura ja Muri. Mura on suomeksi ylikuormitus, ja sillä voidaan kuvata työntekijään tai laitteeseen kohdistuvaa kuormitusta, liiallisella kuormituksella voidaan aiheuttaa turvallisuus-, laatu- tai laitteisto-ongelmia. (Liker 2006, 31.) Murilla tarkoitetaan taas epätasaisuutta tuotannossa. Se voi olla liiallista vaihtelua prosesseissa tai kuormituksessa josta aiheutuu hukkaa. Se on usein sidoksissa epätasaiseen aikatauluun ja tuotantomäärien vaihteluun. Poistamalla ainoastaan Muda, voi yrityksen tuotanto jopa heikentyä. (Liker 2006, 31.)



KUVA 3. Lean-pääperiaate (Lean Enterprise Institute: Principles of Lean)

4.4.2 Poka-yoke

Poka-yoke tai nollavirheajattelu voidaan nähdä tekniikkana tai prosessina virheiden ennakointiin, havaitsemiseen ja estämiseen tuotannossa. Se tähtää estämään virheet jo ennen niiden syntyä, ja löytämään juurisyyn virheelle ja estämään sen syntymisen. (Liite 4). Tämä oli yksi avainperiaatteita myös jäljitettävyyden kehittämisessä AGCO Powerin tehtaalla.

4.4.3 TPS – Toyota Production System

Liker esittelee kirjassaan *The Toyota Way to Lean Leadership* (Liker & Convis 2012, 95) TPS:n ydinprosessit ja kuuluisan TPS -”talon”. TPS:n kuvaaminen talona kuvaa sitä, että kaikki prosessit toimivat yhtenä ja se toimii täysin vain niiden kaikkien läsnä ollessa. Peruskivenä talolla on vakaa toiminta hyvin koulutetun henkilöstön ja hyvin ylläpidetyn laitteiston luomana. Taloa pitävät pystyssä Just-in-Time sekä Jidoka, joiden avulla väistämättä tapahtuvat ongelmat eivät voi pysyä näkymättömissä. keskiössä oleva Kaizen kuvaa yrityksen jatkuvaa kehittymistä, joka johtaa kattona olevaan toiminnan erinomaisuuteen turvallisuudessa, laadussa, kustannustehokkuudessa, toimitusvarmuudessa ja moraalissa.



KUVA 4. Toyota Production System House (Liker & Convis 2012, 95)

Kaikista eri prosesseistaan ja tekniikoistaan huolimatta Toyotan varatoimitusjohtajana eläköityneen Taiichi Ohnon mukaan TPS on systeemi, joka on suunniteltu tekemään ongelmat näkyväksi ja haastamaan ihmisiä, jotta heistä kasvaa parempia ongelman ratkaisijoita ja parempia ihmisiä (Liker & Convis 2012, 95).

4.4.4 Jidoka

TPS-talon toinen peruspilari on Jidoka. Kuvassa 4 mainittu ”Stop and Fix Problems” on hyvä luonnehdinta periaatteella, jossa virheen havaittuaan Toyotan työntekijöillä on valtuutus keskeyttää tuotanto. Vika tulee korjata ja sen jälkeen tuotanto voi jatkua. Tämän

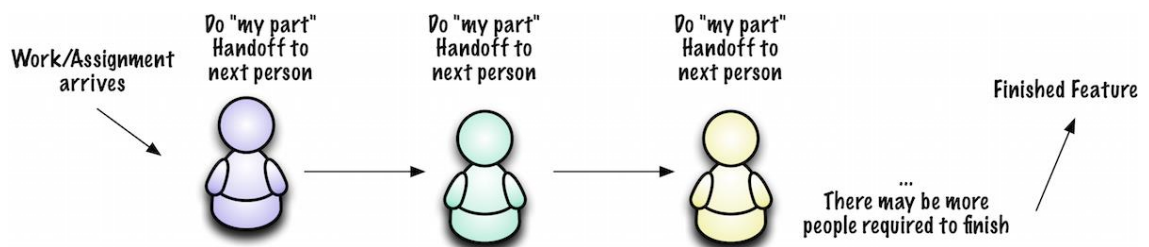
jälkeen tutkitaan juurisyy vian aiheuttajalle ja korjataan asia, jotta vika ei pääse toistumaan. Jidokan noudattaminen vaatii erittäin ammattitaitoista ja täydellisyyteen pyrkivää tuotantoa, jossa tuotantolaitteisto on hyvin ylläpidettyä, muuten uhkana on, että tuotanto on pysähdyksissä liian usein pienienkin virheiden takia. (Liker & Convis 2012, 95).

4.4.5 Kaizen

Kaizen on japaninkieltä ja tarkoittaa parantamista. Kaizen on yksi TPS:n tunnetuimpia konsepteja. Sillä tarkoitetaan jatkuvaa parantamista ja se juurtaa siitä ajatuksesta, että mikään idea tai prosessi ei ole koskaan täydellinen ja jotain voidaan aina parantaa. Tämä on kriittistä tuotannonkehittymisen kannalta, sillä vaikka prosessi olisi täydellinen tänään, se ei välttämättä ole sitä huomenna, maailman jatkuvasti muuttuessa. Samaa näkökulmaa voi hyödyntää missä tahansa yrityksen osa-alueessa. Parannusta voidaan tehdä tuotekehityksessä, valmistuksessa, pakkauksessa, myynnissä tai missä tahansa (Liker & Convis 2012, 55). Kaizen on keskeinen osa Toyota Production Systemiä ja se näkyy myös leanin 5:n pääperiaatteen kiertokulkuna kuvan 3 mukaisesti. Kuvan 3 pääperiaatteet on esitelty myös luvussa 4.2 Määritelmä. Lean onkin yrityksessä vallitseva pysyvä prosessin olevan jatkuva, yrityksen ”elämäntapa”, ei niinkään yksittäinen tuotannonkehitysprojekti.

4.5 Tuotannon tehokkuus

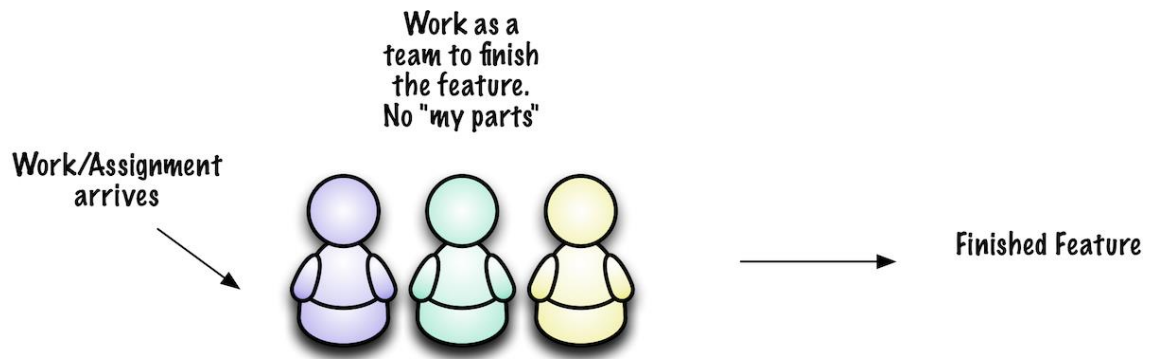
Tuotannon tehokkuudesta puhuttaessa on kaksi lähtökohtaa tuotannon suunnitteluun, virtaustehokkuus tai resurssitehokkuus. Yleensä tuotannon virtaustehokkuuteen panostaessa resurssitehokkuus kärsii, ja toisinpäin (Rothman 2015).



KUVA 5. Resurssitehokkuus (Rothman 2015)

Kuvan 5 esimerkissä resurssitehokkuudesta on kolme henkilöä, jotka tekevät omaa osuuttaan prosessista, jotka vain he voivat tehdä. Resurssitehokkuudessa keskitytään yksittä-

sen resurssin arvoa lisäävään työhön käytetyn ajan maksimointiin. Näin saadaan hyödynnettyä kaikki resurssit maksimaalisesti, se ei kuitenkaan ole tae nopeasta läpimenoajasta (Rothman 2015).



KUVA 6. Virtaustehokkuus (Rothman 2015)

Virtaustehokkuudessa taas keskitytään maksimoimaan virtausyksikön arvon lisääntyminen. Se pyrkii valmistamaan tuotteen tai palvelun mahdollisimman nopeasti. Se ei välttämättä ole yksittäisen resurssin kannalta tehokkain tapa, varsinkaan jos kysyntä työlle ei ole 100% jatkuvaa. Virtaustehokkuus kuvaa siis sitä, kuinka nopeasti yksi virtausyksikkö etenee prosessin läpi. Se tähtää läpimenoajan minimointiin, esimerkiksi kuinka nopeasti moottoriaihio valmistuu kokonaiseksi moottoriksi. Tässä työssä virtausyksikkönä voidaan ajatella moottorituotantoa, johon halutaan lisätä ominaisuuksia häiritsemällä prosessin virtaustehokkuutta mahdollisimman vähän. (Rothman 2015.)

5 TEHTÄVÄ

Tässä luvussa kuvataan tehtaan kokoonpanon laajuutta, siellä vallitseva jäljitettävyyden tilanne, alussa määritelty tavoite, työn eri vaiheet ja projektin lopputulos.

5.1 Perusta tarpeelle

AGCO Powerin Linnavuoren tehtaalla on kolme moottorikokoonpanohallia. Kantatehtaan alueella sijaitseva 5-halli valmistaa ns. ”small bore” -moottoreita, jolla tarkoitetaan AGCO Powerin moottoreista kaikkia alle 8,4-litraisia. Erilaisia moottorikonfiguraatioita on useita kymmeniä riippuen siitä, mihin maanosaan ja minkä tasoiset päästömääräykset niiden tulee täyttää. Linnavuoressa moottoreita valmistetaan ainoastaan tilauksesta, ja tavoitteena on varastojen minimointi Just-in-Time -periaatteen mukaisesti. Tämä johtaa siihen, että komponenttitarpeet tuotantolinjalla vaihtelevat ja varastonhallinta on haasteellista. Tämä asettaa myös omat haasteensa jäljitettävyydelle. Hyvä esimerkki on Euroopan ja Pohjois-Amerikan tämän hetkisen päästölainsäädännön täyttävät moottorit. 5-hallissa valmistettavia perusmoottoreita on viittä eri tyyppiä:

- 33AWI 3,3-litrainen kolmisylinterinen moottori
- 44AWF ja 49AWF 4,4- ja 4,9-litraiset nelisylinteriset moottorit
- 66AWF ja 74AWF 6,6- ja 7,4-litraiset kuusisylinteriset moottorit.

Moottorin sisäiset osat ovat samankokoisissa moottoreissa ovat hyvin samankaltaisia. Eri asiakkaille menevissä moottoreissa eroavaisuudet tulevat esimerkiksi vauhtipyöränkoteloinnissa tai pakokaasupäästöihin vaikuttavissa komponenteissa, kuten vaikkapa siinä onko moottorissa pakokaasun uudelleenkierrätysjärjestelmä EGR vai ei. Moottorinohjaus taas erottaa mekaaniset moottorit toisistaan, yhdestä moottorityypistä voi olla useita eri sovellusversioita asiakkaan tarpeista riippuen. Moottorinohjaustietojen jäljitettävyys onkin tällä hetkellä hyvällä tasolla ja moottorinumerolla pystyy AGCO Powerin pilvipalvelusta tarkistamaan mikä on alkuperäisen moottorinohjaimen sarjanumero ja mikä moottorinohjaimenohjelma kyseiseen moottoriin kuuluu.

Kantatehtaan ulkopuolelle rakennettu 6-halli, joka sijaitsee n. 500 m päässä tien toisella puolella valmistaa ns. ”big bore”-moottorit, joita on kolmea kokoluokkaa:

- 84AWF, 8,4-litrainen kuusisylinterinen moottori
- 98AWF, 9,8-litrainen seitsemäsylinterinen moottori
- 168AWF 16,8-litrainen 12-sylinterin moottori

Lyhenne AWF moottorin mallimerkinnässä viittaa viimeisimmän vuonna 2014 Euroopassa Stage 4 ja USA:ssa Tier 4 Final nimellä alkaneen päästölainsäädännön emissiovaatimukset täyttävään moottorisukupolveen. Linjalla valmistuu myös muita samaan perusmoottoriin pohjaavia malleja, joita valmistetaan mm. vähemmän säädellyille markkinoille, kuten vaikkapa Lähi-itään tai Venäjälle. Mekaaninen perusmoottori on pysynyt hyvin samankaltaisena viimeisten kolmen moottorisukupolven aikana. Suurimmat erot edellisen, vuonna 2011 alkaneen ja 2014 loppuneen Stage 3B/Tier 4 interim -emissiota-son moottoriin tulevat polttoaine- ja pakokaasun jälkikäsittelylaitteistoissa ja elektronikassa.

Moottoreissa on komponentteja jäljitettävyyden näkökulmasta kahta tyyppiä, yksilöimättömät, tuotantoerittäin seurattavat komponentit, kuten vaikkapa ruuvit ja mutterit, männät, öljyputket yms. Toinen tyyppi on sarjanumeroidut komponentit. Nämä ovat usein toiminnan kannalta kriittisimpiä komponentteja, joiden hajoaminen johtaa joko ajoneuvon ominaisuuksien heikkenemiseen tai lamaantumiseen. Koska kaikki Linnavuoressa valmistetut moottorit menevät työkoneisiin, on erityisen tärkeää, että moottorit toimivat luotettavasti ja mahdolliset käyttö- tai huoltokatkokset saadaan minimoitua.

Moottorikokoonpanojen lisäksi tehtaalla on neljä muuta hallia. Näitä ovat tehtaan vanhin rakennus 1-halli, jonka rakennustyöt alkoivat vuonna 1942. 1-hallissa koneistetaan hammaspyöriä ja vaihteistojen akseleita sekä omaan käyttöön, että asiakkaille. 2-hallissa toimii sylinterilohkojen koneistus sekä sylinterikansien koneistus ja kokoonpano. 3-halli on tuotekehitykselle pyhitetty rakennus keskellä tehdasaluetta, sieltä löytyy moottorilaboratoriot ja eri tuotekehityshaarojen toimistot. Lisäksi alueella on 4-halli, jossa sijaitsee yhtiön vaihtomoottoritoiminnan keskus sekä Diesel Center, jossa huolletaan polttoainelaitteita, sekä tehtaan tarpeisiin, että ulkoisille asiakkaille. 4-hallin päässä on myös tehtaan oma putkivalmistus, jossa valmistetaan matalapaineputkia, esimerkiksi voitelu- ja polttoainejärjestelmien tarpeisiin. Kaikki nämä toiminnot hyötyisivät jäljitettävyyden parantumisesta.

5.2 Nykytilanne

Nykyisellään jäljitettävyyys on tuotannon mittakaavan huomioiden riittämättömällä tasolla. Nykyisessä KEKO-tuotannonohjausjärjestelmässä on toiminto sarjanumeroiden tallentamiseen, mutta toistaiseksi sitä ei ole juuri käytetty. Ainoat sarjanumerot, joita KEKOon tallennetaan tuotantolinjalta valmistuvasta moottorista, on sylinteriryhmän sarjanumero. Lisäksi tallennetaan polttoainesuuttimien kalibrointikoodit ja ECU:n sarjanumero. Polttoainesuuttimen koodeja ei voi kuitenkaan käyttää jäljitykseen, koska kyseinen koodi kertoo vain valmistajan testitulokset kyseiselle suuttimelle ja kuinka paljon sen suihkutusta pitää sähköisesti kompensoida toleranssien aiheuttamien suihkutusmäärä erojen vuoksi. Polttoainesuuttimessa on myös 2D-matriisi, joka sisältää valmistajan (Bosch) tiedot, sarjanumeron, tuotantolaitoksen yms. Sitä ei vain ole kerätty vielä talteen.

Tällä hetkellä tilanne on sellainen, että mikäli osatoimittaja ilmoittaisi, että he ovat toimittaneet viallisia osia sisältäneen tuotantoerän, jäljitys tapahtuisi analysoimalla riskiryhmään kuuluvat moottorit osien vastaanottopäivän jälkeisenä aikana valmistuneiden moottoreiden perusteella. Tämä tarkoittaa sitä, että tiedon ollessa epätarkkaa, joudutaan täsmällisten korjausten saavuttamiseksi tarkistamaan enemmän moottoreita, kuin olisi oikeasti tarpeen. Hypoteettisesti voidaan ajatella, että jos tällaisen ongelman korjaaminen jälkimarkkinoilla vaatisi traktorin moottorin purkamista, joissa moottorin irrotus ja asennus voi tarkoittaa n. viikon työtunteja, on selvää, että jäljitettävyyden ja vain oikeiden moottorien tarkistamisen avulla saavutettaisiin tämän kaltaisessa tapauksessa merkittäviä kustannussäästöjä.

5.3 Tavoite

Tavoite määriteltiin ennen opinnäytetyön aloitusta siten, että tarkoituksena oli määrittää jäljitettävyyden vaatimukset, sekä tuottaa niiden perusteella ratkaisuehdotus. Prioriteettina oli 5-hallin toiminta, jonka kokoonpano kattaa suurimman osan Linnavuoren tehtaan kokonaistuotannosta. Tavoite jäljitettävyydelle oli, että moottorin sarjanumeron avulla tulevasta järjestelmästä olisi mahdollista selvittää tuotantoeristä/sarjanumeroista kyseisen moottori koostuu. Lisäksi tämän oli toimittava myös toiseen suuntaan siten, että järjestelmästä nähtäisiin samoilla komponenttien tunnistetiedoilla myös mihin moottoreihin kyseisiä osia on käytetty. Ehdotuksen tuli sisältää budjetti ja ohjeistus järjestelmän käyttöönoton kannalta olennaisille sidosryhmille, mutta ei varsinaista käyttöönottoa.

5.4 Työn valmistelu

Työ aloitettiin haastatteleamalla useita tuotanto-, suunnittelu-, logistiikka- ja laatuosaston edustajia, sekä eri osa-alueiden esimiehiä ja vastuuhenkilöitä. Lisäksi on haastateltu 1-, 2-, ja 6-hallin henkilöstöä eri näkökulmien hankkimiseksi. Lisäksi haastateltiin AGCO:n Saksan ja Italian ajoneuvotehtaiden jäljitettävyyssprojektissa mukana ollutta Thomas Mülneriä. Lopullinen toimintaperiaatemalli luotiin yhteistyössä kunnossapidon automaatioinsinööri Mikko Uosukaisen, RASKO-robottilinjan ohjelmoijan Juha Kuusiston sekä KEKO-tuotannonohjauksen järjestelmäinsinööriin Mikko Kauppinen kanssa.

5.5 Jäljitettävyyden ehdotuksen muodostaminen

Haastattelukierroksen aikana kävi ilmi, että annettu aikataulu ja budjetti huomioiden olisi järkevin lähtö suunnittelemaan ratkaisua, joka hoitaisi minimissään kriittisimpien osien jäljitettävyyden, mutta jota voisi myöhemmin laajentaa koskemaan suurempaa kokonaisuutta.

Jäljitettävyyden 5-hallissa voidaan jakaa karkeasti kolmeen osa-alueeseen. Näitä ovat RASKO-robottilinja, jossa valmistuu robottien toimesta mekaaninen perusmoottori sylinterikansiin saakka, R-linja jossa asentajat vaihtoyönä kokoavat moottorin valmiiksi sekä ns. supermarket-varasto, josta varastotyöntekijät keräävät R-linjan asennusvaiheille tarvittavat komponentit ennakoivasti. Nämä osa-alueet toimivat omissa järjestelmissään, joten haasteena oli kehittää ratkaisu, jossa kaikki tieto saadaan kerättyä ja sitä voidaan helposti tarkastella.

5.6 Ehdotus

Alla esitellään 5-hallin eri toimintoihin sarja- ja eränumeroiden seurannan mahdollistavat muutosehdotukset. Kaikille ehdotetuille toiminnoille on yhteistä, että tieto kerätään lopulta tehtaan ERP-järjestelmään, KEKOon. KEKOssa jo olemassa olevalla hakutoiminnolla voidaan myöhemmin etsiä tietoa joko moottorinumeron tai komponentin sarja-/eränumeron avulla (Kauppinen 2017). Järjestelmien kuvauksien jälkeen esitellään budjetti ja arvioidaan vaikutuksia toimintojen sidosryhmille.

Tämän ehdotuksen malleilla ei pystytä seuraamaan kaikkia tuotannossa käytettäviä nimikkeitä, se ei esimerkiksi käsittele R-linjalla esikokoonpanoina tehtäviä osakokonaisuuksia, mutta se sisältää edellytykset jäljitettävyyden käyttöönottoon ja luo pohjan järjestelmälle, jota voidaan myöhemmin laajentaa. Huomionarvoista on myös, että tämä ehdotus ottaa kantaa vain siihen, että miten tietoa käsitellään ja seurataan. Toimittajilta vaadittavan tiedon sisältö ja formaatti esim. datamatriiseissa tulisi määritellä yhdessä tuotekehityksen ja oston kanssa.

Alla esitellään kolmiosainen ehdotus siitä, miten jäljitettävyys voitaisiin toteuttaa Raskolle (luku 5.7), R-linjalle (luku 5.8) sekä Supermarketin esikeräys-järjestelmälle (luku 5.9). Ehdotuksen ulkopuolelle jää tässä vaiheessa Raskossa Kardex-varastoautomaattien ulkopuoliset komponentit. Kardex-varastoautomaatteja käytetään myös R-linjalla mutta niiden käyttö ei ole automatisoitua, kuten RASKOssa, joten ne jätettiin tässä vaiheessa ehdotuksen ulkopuolelle.

5.7 RASKO

RASKO, eli raskaskokoonpano on kokoonpanolinjan alku, jonka tehtävänä on perusmoottorin kokoonpano. Se koostuu viidestä robottisolusta. Kokoonpanon alkupäästä syötetään sylinteriryhmäaihio, joka poistuu linjan toisesta päästä sisältäen kaikki sisäiset komponentit kampiakselista ja esikokoonpantuihin sylinterikansiin. Jäljitettävät komponentit kokoonpanoa varten tulevat automaattisesti robottien soluohjaimen tilaamana yhdeksästä Kardex-varastoautomaatista.



KUVA 7. Kardex-varastoautomaatti. (Kardex-Remstar 2018)

5.7.1 Erätunnisteiden jäljitettävyys

Varastoautomaatti on pystysuuntainen varastojärjestelmä, jossa on useassa kerroksessa sijaitsevia hyllyjä, jotka kulkevat järjestelmän keskellä sijaitsevan kuljettimen avulla joko syöttö- tai käyttöaukolle, riippuen siitä mistä tilaus tulee. Varastohallinta torneissa toimii Kardexin omalla Winstore-järjestelmällä. Ehdotettu jäljitettävyys RASKOssa saadaan toteutettua Winstore-ohjelmistomuutoksella, kansisolun ohjelmamuutoksella sekä kahdella RASKOn jälkeen suoritettavalla manuaalivaiheella.

Muutoksien avulla jäljitettävät komponentit ovat tuotantoerän perusteella Kardexien kautta kulkevat komponentit, kuten:

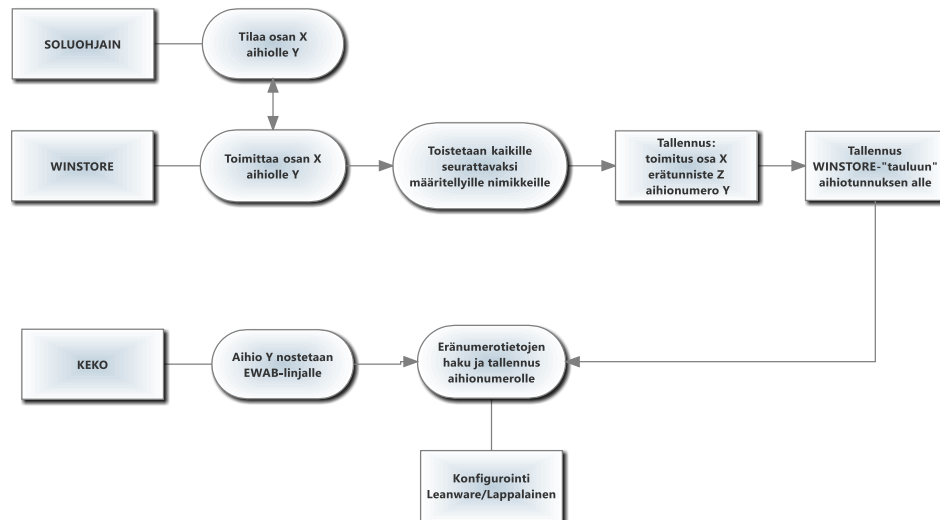
- Männät
- Sylinteriputket
- Hammaspyörät

manuaalivaiheena ja robottiohjelmamuutokselle sarjanumeron perusteella seurattavat:

- Kampiakselit
- Nokka-akselit
- Sylinterikannet
- Sylinteriryhmät (seurataan jo nykyisin)

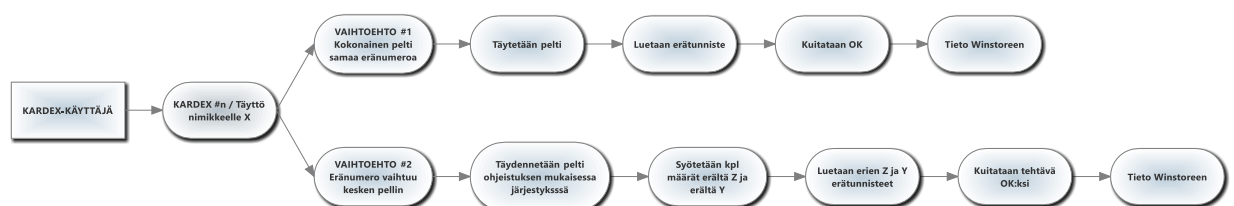
Tällä hetkellä Kardex-varastot toimivat niin, että Winstore ylläpitää saldotietoa hyllyille, joille on ennakoon määritetty mitä nimikettä ne sisältävät. Täyttövaiheessa työntekijä tilaa oikean hyllyn syöttöaukolle, täyttää sen ja kuittaa toimenpiteen ohjauspaneelisti, jolloin hylly palautuu järjestelmään. Käyttöaukolle, josta robotti kerää osat kokoonpanoa varten, hylly toimitetaan RASKOn soluohjaimelta Winstorelle tulevien tilauksien myötä (Lappalainen 2017). Kun uusi moottoriaihio otetaan työn alle, saa Winstore tiedon KE-KOLta siitä, jolloin järjestelmä varaa siihen tarvittavat komponentit kyseisen moottoriahionumerolle.

Erätunnisteiden jäljitettävyyden mahdollistava Winstore-järjestelmän ohjelmistomuutos on kuvattu kaaviossa 2 ja se sisältää nimikkeen erätunnistetiedon ylläpidon mahdollistavan toiminnon sekä tietokannan, johon kaikki erätunnistetieto tallennetaan jokaiselta moottoriaihioilta.



KAAVIO 2. Toimintaperiaate järjestelmän näkökulmasta

Muutosten jälkeen Kardex-varastoautomaatin täyttöprosessiin lisätään erätunnisteen luku kaavion 3 mukaisesti. Winstoren-pääkäyttäjä määrittelee, onko nimikkeen erätunniste seurattava tieto. Seurattavaksi määriteltyjen komponenttien kohdalla Winstore vaatii hyllyä täytettäessä erätunnisteen. Tämän voi syöttää joko käsin nykyisestä käyttöliittymästä tai lukemalla viivakoodin jokaiselle täyttöaukolle hankittavilla viivakoodilukijoilla. Koska tässä vaiheessa luetaan yksinkertaisia viivakoodeja paperilta, siihen riittää yksinkertaisempi lukija. Ehdotuksessa käytettiin á-hintana lukijalle 122€, jonka hinta saatiin IT-osastolta, joka peruslukijoita on tehtaalle aiemmin hankkinut. Mikäli erätunniste vaihtuu kesken pellin, syötetään kappalemäärät erästä Z ja erästä Y. Hyllyn täyttöjärjestys tulee olla selkeästi ohjeistettu käyttäjälle esimerkiksi laminoimalla hyllyyn oikea täyttöjärjestys.



KAAVIO 3. Toimintaperiaate käyttäjän näkökulmasta.

Pääkäyttäjä voi myös määritellä ehtoja, joita kyseisen tunnistetiedon tulisi täyttää. Esim. merkkijonon sisältää aina 16 merkkiä ja alkaa numeroilla 8370, jolla suurin osa AGCO Powerin nykyisistä varaosanumeroista alkaa. Ilman oikean eränumerotunnisteen syöttämistä hyllyä ei pysty palauttamaan varastoautomaattiin. Tämän toiminnon ajatuksena on Poka-yoke periaatteiden mukaan virheen estäminen siten, että eränumeroa ei unohdettaisi syöttää järjestelmään hyllyä täydennettäessä.

5.7.2 Sarjanumeroiden jäljitettävyyys

Koska varastoautomaateissa on yhdellä hyllyllä nimikkeitä muutamasta useaan kymmeneen, sarjanumerokohtainen seuranta eränumerotunnisteen kaltaisesta ei ole käytännöllinen. RASKOn aikana asennettavista komponenteista haluttiin seurata sarjanumerokohtaisesti (ainakin) kampiakseleita, nokka-akseleita sekä 2-hallissa koneistettuja sylinteriryhmiä ja esikokoonpantuja sylinterikansia.

Näiden komponenttien kohdalla asia ratkaistiin siten, että kampi- ja nokka-akselit luetaan manuaalisesti siinä vaiheessa, kun RASKOsta valmistunut ensin välivarastoon siirtynyt moottoriaihio otetaan työn alle kokoonpanossa seuraavana olevalle R-linjalle. Nokka-akselin 2D-matriisi sijaitsee nokka-akselin takapäässä, ja sen peittävä kuppitulppa asennetaan moottoriin R-linjan aikana. Joten 2D-matriisi on luettavissa ensimmäisellä työvaiheella. Kampi-akseleissa 2D-matriisit tullaan kaikki siirtämään takapäähän, joka on luettavissa myös samalla vaiheella nokka-akselin kanssa.

Sylinterikansien kanssa asia ei ollut aivan niin yksinkertainen. Sylinterikansia on 5-hallissa valmistettavissa moottoreissa joko yksi tai kaksi kappaletta. 3- ja 4-sylinterisissä moottoreissa on yksi sylinterikansi. 6-sylinterisissä moottoreissa taas on kaksi 3-sylinterisen moottorin sylinterikantta. Koska sylinterikansien 2D-matriisi sijaitsee sylinterikansien toisessa päässä, 6-sylinterisissä moottoreissa toinen 2D-matriisi jää sylinterikansien väliin piiloon asennusvaiheessa. Tämä tarkoittaa sitä, että jäljitettävyyden kannalta tunnistetieto järjestelmään on saatava ennen niiden asennusta.

Sylinterikansien kohdalla tutkittiinkin muutamia eri vaihtoehtoja, selvitettiin mm. mahdollisuutta siihen, voisiko 2D-matriisin tehdä molempiin päihin kantta, jolloin toinen 2D-matriisi olisi aina luettavissa. Tämä olisi kuitenkin hidastanut kansien kokoonpanotyötä

ja vaatinut ylimääräisiä työvaiheita ja ohjelmointityötä. Tutkittiin myös 2D-matriisin sijainnin muuttamista joko pako- tai imusarjan puolelle. Parhaimmaksi vaihtoehdoksi koettiin lisätä kansisoluun lisätyövaihe, jossa robotti käy näyttämässä lukijalle matriisin, ennen kuin sylinterikansi asennetaan paikalleen. Kansisolu on RASKOssa ajallisesti lyhyempi, kuin aiemmat solut, joten virtaustehokkuudenkin kannalta se oli looginen valinta. Tarvitaan ainoastaan ohjelmamuutos robotille, yksi lukija, sekä noin 1h ohjelmointityö (Kuusisto 2017).

5.8 Tiedonsiirto järjestelmien välillä

Jotta Winstoren keräämä tieto saadaan lopulta KEKOon, tuli KEKOn ja Winstoren keskinäisen kommunikaation ohjelmointiin pyytää tarjous KEKOa kehittävältä Leanware Oy:ltä. Kardexin tarjouspyynnössä oli yhtenä vaatimuksena KEKO-yhteyden muodostamista varten tarvittavien tietojen toimittamisesta, jotka myös saatiin ja toimitettiin tarjouspyynnön yhteydessä Leanwarelle. Arvio kustannuksista oli n. 10 000€. Tehtaan SAP-projekti työllistää järjestelmätoimittajaa ainakin vuoden 2018 viimeiselle neljännekselle saakka ja Supermarket-muutoksien aikataulu on arvioitu tammikuulle 2019 (Kauppinen 2017). Näin ollen kaikkien uudistusten aikaisin mahdollinen toteutus ajankohta on vuoden 2019 ensimmäisen neljännes.

RASKO toteutusehdotuksen hyvä puoli on se, että muutostöiden kustannukset eivät ole suuret. Toimittajalta 6.9.2017 saadun tarjouksen perusteella Winstore-järjestelmän koodimuutokset maksavat noin 5000€ ALV 0%. Lisäksi tarvitaan jokaiselle syöttöaukolla oma yksinkertainen viivakoodinlukija á 122€. Ohjelmamuutokset kansisolun robotille olivat myös yksinkertaisia. Muita hyviä puolia ratkaisussa oli se, että jäljitettävyyks ei aiheuta juuri työtä muille sidosryhmille. Ainoastaan hyllyjen täyttövaiheessa työntekijän tarvitsee lukea tuotantoerätunniste, joka on jo suurimmassa osassa tuotteista olemassa. Suunnitellulla ohjelmamuutoksella pelkän koodin lukeminen on yhdelle täyttövaiheelle n. 5s työvaihe, mikäli koko hylly on samaa osanumeroa. Mikäli työntekijän tarvitsee määritellä järjestelmään, montako kpl kutakin osanumeroa on per hylly, on kuormitus n. 1 minuutin ylimääräinen työ nykyiseen verrattuna. Kuinka usein tämän kaltainen tilanne toteutuu, riippuu merkittävästi tuotteen toimituserän laajuudesta. Toteutus on myös seurattavien osien kohdalta tarkka järjestelmän automaattisuuden vuoksi, suurin riski siinä on robotin konenäön virheet ja osien väliin jääminen.

Heikkoutena ratkaisussa on se, että kaikkia komponentteja ei ole mahdollista jäljittää tällä järjestelyllä. Vaikka järjestelmä kattaa lähes kaikki tärkeimmät komponentit, jää silti osa komponenteista seurannan ulkopuolelle. Erityisesti laakerit ovat sellainen kriittinen osaryhmä, joita oltaisiin haluttu jäljittää mutta ei voida tällä järjestelyllä jäljittää niiden tullessa robottisoluihin manuaalisesti täytettäviä osaratoja pitkin. Osaradoiksi kutsutaan RASKOn robottisoluihin osia syöttäviä linjoja, joihin työntekijät täyttävät komponentteja suoraan varaosalaatikoista komponentteja. Lisäksi muutokset tehdään järjestelmään, joka on elinkaarensa loppupuolella ja tulevaisuus epävarma. Sitä ei kuitenkaan nähty toteutuksen edullisuuden vuoksi esteenä. Kokonaisuutena voitaneen sanoa, että järjestelmä kattaa moottorin toiminnan kannalta lähes kaikki kriittisimmät komponentit, ja sen käyttöönoton helppous ja edullisuus tekivät siitä parhaan ratkaisun. Tulevaisuudessa, kun RASKOa päivitetään perusteellisemmin, mukana tulee todennäköisesti myös järjestelmä, joka mahdollistaa myös jäljitettävyyden perusteellisemmalla tasolla.

5.9 R-linja

R-linjaksi kutsutaan 5-hallin kokoonpanolinja kokonaisuutta, jossa asentajat kokoavat RASKOlta tulevan moottoriaihion lopulta valmiiksi moottoriksi. Linja alkaa nostamalla moottoriaihio EWAB 1.0 -välivarastosta, joka lasketaan vielä osaksi RASKOa. R-linja taas koostuu kolmesta osiosta, jotka ovat:

- EWAB 1.5 ensimmäinen kiskoilla kulkeva moottorin asennusteline
- EWAB 2.0 toinen kiskoilla kulkeva, ja kääntyvä moottorin asennusteline
- AGV-linja, jossa moottori kulkee automaattisilla vihivaunuilla.

Moottori nostetaan välivarastosta moottoritelineeseen, joka kulkee kiskoilla eteenpäin. R-linjan ensimmäinen, EWAB 1.5 -vaihe sisältää vasemman puolen komponenttien asennuksen. Tämän jälkeen moottori siirretään kääntyvälle EWAB 2.0 linjalle, jossa suoritetaan etupään, alapuolen ja takapään varustelu. AGV-linjalla varustellaan oikea puoli ja asennetaan viimeiset komponentit kuten turboahtimet, jonka jälkeen moottori koekäytetään, maalataan, loppuvarustellaan ja lähetetään asiakkaalle.

Jokainen osio sisältää useita työvaiheita, joiden kesto on n. 5 minuuttia. Kokoonpanolinjan ensimmäisessä osiossa, EWAB 1.0:ssa, RASKOsta valmistunut moottoriaihio noudataan välivarastosta. Työntekijä näkee työpisteen näytöltä, mikä on KEKOn työjonossa

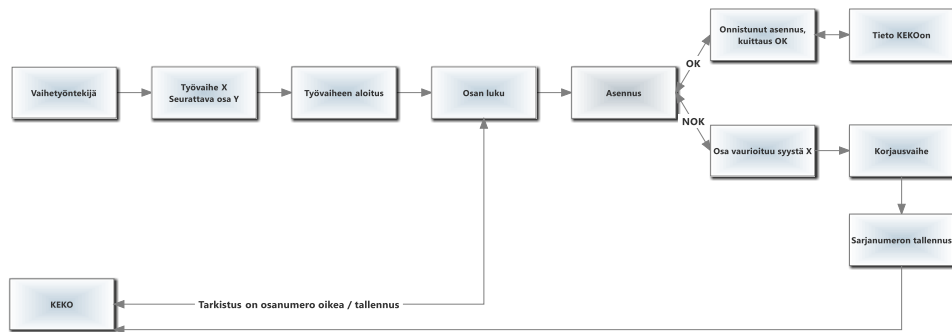
seuraavana oleva moottori ja noutaa siihen soveltuvan aihion välivarastosta. Moottori saa lopullisen moottorinumeronsa tässä työvaiheessa, ja siitä luetaan sylinteriryhmän numero KEKOon. RASKOn kasausvaiheessa moottoreita on käsitelty erillisellä aihionumerolla, joka on sen sisäinen tunniste. Tälle työvaiheelle lisätään myös RASKO-luvussa (5.7) mainitut kampi- ja nokka-akselin lukuvaiheet. Lisäksi aiemmin mainittujen KEKOon tehtävien muutosten myötä, tässä vaiheessa KEKOon kopioidaan moottorin aihionumerolle Winstoren tallentamat komponenttien tunnistetiedot tämän moottorinumeron alle. Yksityiskohtainen määrittely prosessille tullaan tekemään yhdessä Leanwaren ja KEKO-järjestelmäinsinöörin kanssa.

R-linjalla komponentteja tullaan seuraamaan sekä sarjanumero-, että eränumerotunniste-perusteisesti. Eränumeroiden seuranta tapahtuu kaikki ns. supermarketissa ja se esitellään tarkemmin supermarket-luvussa (luku 5.9).

Sarjanumeroiden seurantaan oli kaksi vaihtoehtoa. Sarjanumerot voitaisiin lukea varastotyöntekijöiden toimesta, kun he keräävät kokoonpanovaiheille ennakoon kerättäviin varaosakärryihin, joista kokoonpanotyöntekijä asentaa komponentit järjestyksessä työvaiheensa mukaisesti. Tämän mallin riskeinä nähtiin se, että komponentti, joka päättyy moottoriin ei välttämättä ole oikea. Esimerkiksi asennusvirheen sattuessa komponentti voi vaurioitua ja se vaihdetaan toiseen, tai asentaja ottaa epähuomiossa väärän komponentin. Lisäksi tämä toimenpide olisi vaatinut muutoksia varastotyöntekijöiden tablettisovellukseen, joka olisi nostanut huomattavasti tämän vaihtoehdon kustannuksia. Varastotyöntekijöiden olisi tarvinnut myös kantaa mukanaan lukijoita komponenttien 2D-matriisien lukua varten.

Toinen, paremmaksi koettu vaihtoehto on seurata komponenttien sarjanumeroita työvaiheilla kokoonpanolinjalla. Tämän toteutus olisi yksinkertainen, muutostyöt vaatisivat järjestelmäinsinööri Mikko Kauppinen (Kauppinen 2017) mukaan n. 10 minuutin työn yhtä työvaihemuutosta kohden. Lisäksi vaihe tarvitsee Cognex DM8050-lukijan, jonka hinta kaapelinsa kanssa on 745 €/kpl (Uosukainen 2017). Lukija löytyy joiltain vaiheilta jo ennestään. Tämän ratkaisun puolesta puhui myös laatuvaikutus siitä, että 2D-matriisiin lukuvaihe voidaan sijoittaa asennuksen yhteyteen, jolloin KEKO voi lukuvaiheessa antaa käyttäjälleen palautteen osan oikeellisuudesta kaavion 4. mukaisesti. Samalla varmistutaan siitä, että oikea sarjanumero päättyy järjestelmään. Heikkoutena tässä

on se, että suurissa, kymmenien tuhansien vuosituotantomäärissä, yhden moottorin läpimenoajan kasvattaminen tarkoittaa tuotannon läpivirtauksen heikkenemistä ja merkittäviä kustannusvaikutuksia. Luvuvaiheet tuleekin suunnitella siten, että vaikutukset kokonaisläpimenoaikaan saadaan minimoitua.



Kaavio 4. R-linjan jäljitettävyyden toimintalogiikka.

Molempia vaihtoehtoja arvioitiin pisteyttämällä niiden ominaisuuksia taulukon 1 mukaisesti. Koska mittakaavaan nähden käyttöönottokulut ja kaluston käyttökulut ovat pienessä roolissa, niille annettiin pieni painoarvo. Huomioon otettiin myös muutosvastarinta. Koska opinnäytetyö tehtiin laatuosaston toimeksiannosta, piti myös esitettyjä vaihtoehtoja pohtia siitä näkökulmasta, kuinka helppo kyseinen muutos olisi saada hyväksytettyä tuotannonsuunnittelun puolesta sekä siitä, miten työntekijät ottaisivat muutokset vastaan. Tavoitteena oli paras mahdollinen laatuvaikutus mahdollisimman pienellä läpimenovaiikutuksella, joten nämä kriteerit saivat suurimman painoarvon. Pisteytys toteutettiin asteikolla 1-4, jossa 4 on kriteerin kannalta erinomainen ja 1 välttävä.

Arvosteluasteikko	Painoarvo	Seurattavuus vaiheella	Seurattavuus esikeräyksessä
Käyttöönottokulut	0,1	4	2
Kaluston käyttökulut	0,1	4	4
Läpimenovaikutus	0,35	2	4
Muutosvastarinta	0,1	2	3
Luotettavuus / Poka Yoke	0,35	4	2
Yhteensä	1	3,1	3

TAULUKKO 1. R-linja jäljitettävyys vaihtoehdot

Käyttöönottokulujen erotus tulee lähinnä siitä, että keräystabletti tarvitsisi tämän toiminnon täyttääkseen sovellusmuutoksia, joiden kustannuksiksi arvioitiin useita tuhansia euroja (Kauppinen 2017). Molemmat vaihtoehdot tarvitsevat myös Cognex-lukijoita, mutta

lähes yhtenevän määrän, jolloin ero tuli vaiheseurattavuuden eduksi siitä, että sille oli toiminnallisuus KEKOssa jo olemassa.

Molemmat vaihtoehdot ovat kaluston käyttökulujen puolelta tasavertaisia, kuluvin osina on vain lukijat, jolloin molemmat vaihtoehdot olivat tasavertaiset.

Läpimenovaikutusta vaiheseurannan kannalta on vaikea arvioida tarkasti. Tämä jätettiin tuotannonsuunnittelun päätettäväksi, miten ja missä vaiheessa haluttujen osien 2D-mat-
riisit haluttiin lukea. Alustavasti järjestelmällä tultaisiin seuraamaan ainakin seuraavien komponenttien sarjanumeroita:

- korkeapainepumput
- polttoainesuuttimet
- turboahtimet
- imuilman kuristinventtiilit
- kampikammionhuohotusilmanpuhdistimet
- moottorinohjainlaitteet
- EGR-järjestelmän aktuaattorit.

ECU luetaan järjestelmään jo nykyisinkin, joten se ei varsinaisesti ole uusi komponentti järjestelmän kannalta. Vaaditut jäljitettävyydet määrittää yrityksen tuotekehitys.

Muutosvastarinnan näkökulmasta tuotannonsuunnittelun oletettiin olevan pessimistisin jo nykyisinkin varsin tiukoilla vaiheajoilla operoivan kokoonpanolinjan vaiheelle lisättävästä työstä. 6-hallin työnjohtoa haastateltiin asiasta ja heidän näkemyksensä mukaan vaiheella toteutettava seuranta olisi paras vaihtoehto (Salminen 2017). 6-hallin kokoonpano eroaa tosin merkittävästi 5-hallista. 6-hallin vaiheajat ovat kokoonpanon erilaisuudesta johtuen 15-20 minuuttia, jotka ovat selkeästi 5-hallin vaiheaikoja pidempiä. Tästä johtuen muutaman viivakoodin lukemisen lisääminen ei ole prosentuaalisesti kovin suuri muutos heidän työvaiheisiinsa. Linjatyöntekijöiden työhön vaikutukset ovat pienet, kunhan lukuvaihe huomioidaan vaiheajassa, eikä vain lisätä ylimääräisenä työvaiheena, mutta nykyisellä vaiheajalla.

Poka-yoke -näkökulmasta vaiheella tehtävä seurattavuus on ylivoimainen verrattuna esikeräysvaihtoehtoon. Laatuvaikutusten kannalta siis vaiheseurattavuus on selkeä voittaja.

Pisteytyksen perusteella molemmat vaihtoehdot olivat kuitenkin tasaisia ja molemmista löytyi vahvuutensa. Työssä päädyttiin kuitenkin ehdottamaan vaiheella toteutettavaa jäljitettävyyttä siitä syystä, että se olisi jäljitettävyystiedon laadun kannalta paras vaihtoehto. Lisäksi se olisi halvempi ottaa käyttöön. Oli myös yksi nimike, jonka jäljitettävyyys tulisi toteuttaa joka tapauksessa vasta asennettaessa. Polttoainesuuttimissa toimittajan asennusvaatimukset määrittävät, että niissä olevat suojamuovit irrotetaan vasta asennusvaiheessa. Koska 2D-matriisitkin sijaitsevat näiden suojamuovien alla, ei esikeräyksessä luku ollut käytännöllinen vaihtoehto. Myöskin polttoainepumppu on varastointipaikkansa vuoksi käytännössä työvaiheella luettava komponentti.

Vaiheella toteuttava jäljitettävyyys vaatii kokonaisuutena siis KEKO-työvaihemuutokset niille vaiheille, joihin seuranta tulee sekä Cognex DM8050 -lukijan.

Yksi kysymys on myös se, että parametroidaanko KEKOon kaikkien seurattavien komponenttien 2D-matriisin sisältö, ja erityisesti se mikä osa 2D-matriisin sisällöstä tallennetaan järjestelmään. Esimerkkinä polttoainesuuttimen kalibrointikoodi, jota käytetään moottorinohjauksessa, sisältää 25 merkkiä. Merkitsevät numerot löytyvät keskeltä koodia, ja KEKOon on asetettu lukuparametreiksi kyseiselle työvaiheelle ehto, että se jättää huomiotta ensimmäiset yhdeksän ja viimeiset kuusi merkkiä, jolloin järjestelmään tallennuu moottorinohjauksen kannalta oleelliset 10 merkkiä.

Esityksen palautekierroksella tuli kuitenkin ilmi, että KEKOon voitaisiin tallentaa kokonainen koodi ja suodattaa tarvittava tieto KEKOsta hakuvaiheessa. Riskiksi nähtiin, että koodeista saatettaisiin suodattaa tietoa pois, joka voisi olla hyödyllistä jossakin vaiheessa, mutta mitä ei oltu osattu ottaa huomioon parametrejä rakentaessa (Kaunismäki 2018). Tämä työvaihe sisältyisi molempiin ehdotettuihin vaihtoehtoihin. Lopulta ehdotuksen loppuarvioinnissa päätettiin, että tultaisiin ehdottamaan koko koodin tallentamista (Rinne 2018.)

5.10 Supermarket

Supermarketiksi kutsutaan 5-hallissa varastoja, joista esikeräyksen työntekijät keräävät R-linjan työvaiheille komponentit valmiiksi asennusta varten. Varasto sisältää sekä sarjanumerolla jäljitettäviä komponentteja, että eränumerokohtaisia komponentteja.

Tämän toiminnon seurattavuudelle oli jo olemassa suunnitelma, ja sen vaatimille sovelusmuutoksille KEKO-keräystablettiin oli tehty määritelmät järjestelmäinsinööri Mikko Kauppinen toimesta. Tehty suunnitelma oli tarkoituksenmukainen ja työssä ei katsottu tarpeelliseksi lähteä tekemään kilpailevaa esitystä. Alla kuitenkin selitettynä, kuinka Supermarketin eräkohtainen jäljitettävyys esitetään toteutettavaksi.

Nykytilanteessa varastotyöntekijä suorittaa varaosien keräyksen KEKO järjestelmän avulla käyttämällä keräilytablettia, josta hän näkee kyseisen moottorikokoonpanon tarvitseman osalistan. Nykyisessä keräilytablettisovelluksessa ei ole mahdollista järjestää tällaista toimintoa. Tämän korjaamiseksi tehtiin kaksi muutosehdotusta (Kauppinen 2017). Ensimmäinen muutosehdotus sisälsi nykyisen sovelluksen näkymien visuaalista uudelleen asettelua, pohjustaen toisen ehdotuksen suurempia muutosehdotuksia.

Toisin kuin sarjanumeron kanssa, KEKOssa ei ole mekanismeja kokoonpanoon tallennettavalle komponentin eränumerolle R-linjan työvaiheilla, näin ollen eränumeroiden tallennus on tehtävä aiemmin esikeräysvaiheessa. Tämän toteuttamiseksi tarvittiin erinäisiä muutoksia. Supermarketin varasto-osoitepaikoissa tulisi olla tieto siitä, onko erätunniste seurattava. Jos on, niin erätunniste olisi oltava myös nähtävillä varastolaatikon tunniste-lapussa. Keräilytabletin käyttöliittymään tulee näkyviin keräykseen valitun nimikkeen erätunniste, ja nappi josta se voidaan tarvittaessa vaihtaa. Lisäksi tarvitaan näkymä, josta voidaan nähdä kokoonpanolle kerättyjen nimikkeiden erätunnisteet (Kauppinen 2017.)

5.11 Seurannaisvaikutukset

Esitelty järjestelmä on viime kädessä vain tiedonkäsittelyä. Se mitä tietoa tulee jäljittää, mitä se sisältää, ja miten se ilmenee tuotteesta tai pakkauksesta, on tuotekehityksen ja oston tehtävä. Tuotekehitys määrittää mitä tietoa tulee jäljittää ja määrittää sen, mitä tiedosta pitää selvittää. Osto-osaston tulee sopia yhdessä toimittajan kanssa, että tuotekehi-

tyksen määrittämä tieto saadaan tuotteeseen tai pakkaukseen halutulla tavalla. Lisäksi tulee varmistua siitä, että ei ilmene päällekkäisyyksiä tunnistetiedoissa eri toimittajien tunnisteeissa, joka mahdollisesti sekoittaisi jäljitettävyystietoja.

Linnavuoren tehtaan tavaravastaanotossa ja varastoinnissa tuotteita uudelleen pakataan, ja tuote ei välttämättä päädy varastoon alkuperäisessä toimittajan pakkauksessa. Logistiikan tulee näin ollen olla huolellinen tuotantoerän perusteella seurattavien komponenttien kanssa, että tuotantoerätiedot eivät pääse sekoittumaan.

Ennen järjestelmän käyttöönottoa tuotannossa tarvitaan uusia ohjeistuksia RASKOn kardexien täyttöön, jos ehdotettu toiminto tuotantoerän vaihtumiseen kesken varastohyllyn otetaan käyttöön. Lisäksi tarvitaan koulutusta uusien työvaiheiden puolesta asentajille, sekä perehdytystä KEKOn uusien ominaisuuksien käyttöön.

6 POHDINTA

Selvitystyötä tehdessä yllätti, kuinka suuri kokonaisuus aihe itseasiassa oli. Selvitystyötä tehdessä tuntui, että huomioitavia asioita tuli jokaisella haastattelukerralla lisää. Alkuun kaavailtu kattavuus paljastui nopeasti liian suureksi yhden opinnäytetyön sisällölle. Tiedonhaku suuressa 800 henkilön yrityksessä osoittautui myös haastavaksi. Vaikka työ tehtiin laatuosaston toimeksiannosta, tietoa tarvitsi etsiä lähes jokaiselta osastolta.

Järjestelmätoimittajilta saatiin tarjoukset kaikkiin suunniteltuihin muutoksiin ja työn tuloksena valmistunut ehdotus sisällytettiin 2018 budjettiehdotukseen. Mikäli esitys hyväksytään ja järjestelmätoimittajilta saadaan tarvittavat muutokset, voisi käyttöönotto olla mahdollista 2019 vuoden ensimmäisen vuosineljänneksen aikana. Tähän vaikuttaa vahvimmin supermarket-osuuden vaatima SAP-käyttöönotto, joka on tällä hetkellä määritetty toteutuvaksi 2018 heinäkuussa mutta työllistää järjestelmätoimittajaa pitkälti koko loppuvuoden 2018. Tehtävänannossa tavoitteeksi määritelty esitys järjestelmän perustesiin, esiteltiin selvitysvaiheessa mukana olleille osastoille ja sitä täydentää tämä opinnäytetyö. Palaute oli rohkaisevaa ja ehdotus nähtiin positiivisena uudistuksena. Jopa ennakkoon vastustusta aiheuttavaksi arvioitu R-linjan kokoonpanovaiheella suoritettava sarjajärjestelmänumeroseuranta nähtiin hyvänä ratkaisuna juuri asennusvirheitä vähentävän vaikutuksensa ansiosta.

Vaikka ehdotus onkin kokonaisjäljitettävyyden kannalta puutteellinen, se kuitenkin onnistui täyttämään alussa määritellyt tärkeimpien komponenttien jäljitettävyyden pienin puuttein. Sen sisältämiä muutoksia voivat hyödyntää osittain tai kokonaan myös muut myöhemmin jäljitettävyyden alle tulevat toiminnot. Käyttöönotettaessa se vähentää merkittävästi hukkaa erityisesti tapauksissa, jossa vialliset komponentit ovat päätyneet jo ajoneuvoihin ympäri maailmaa. Tämä johtuu siitä, että potentiaalisten viallisten moottoreiden löytäminen on huomattavasti yksinkertaisempaa ja tarkempaa kuin aiemmin. Näiden säästettyjen kustannuksien lisäksi säästöä saadaan myös ennakoivassa työssä. Tehtaalla havaitut mahdollisesti vialliset tuotantoerät on helpompi jäljittää vielä matkalla tai väli-varastoissa olevista moottoreista. Myös R-linjan asennusvaiheella saatava palaute auttaa vähentämään asennusvirheitä johtuvaa hukkaa.

Järjestelmä vaikutuksia arvioitu myös SWOT-analyysinä taulukossa 2. SWOT tulee sanoista ja Strengths (suom. vahvuudet), Weaknesses (suom. heikkoudet), Opportunities

(suom. mahdollisuudet) ja Threats (suom. uhat) ja se on yleinen analyysimetodi esimerkiksi prosessin arviointiin (Opetushallitus 2018).

VAHVUUDET	HEIKKOUEDET
<ul style="list-style-type: none"> - Hyödyntää olemassa olevaa teknologiaa - Jäljitettävyyys RASKOssa pitkälle automatisoitua - Edullinen käyttöönotto. Mikäli korvataan lähitulevaisuudessa uudella järjestelmällä, ei menetetä suuria investointeja - Yksinkertainen 	<ul style="list-style-type: none"> - Hyödyntää osittain teknologiaa, jonka tuki on päättymässä (RASKO Winstore) - Mahdollistaa vain osittaisen jäljitettävyyden
MAHDOLLISUUDET	UHAT
<ul style="list-style-type: none"> - Laajennettavissa kattamaan muita komponentteja / toimintoja - Hyödynnettävissä myös laadunparannus toimintona (R-linjan kokoonpanovaiheet) 	<ul style="list-style-type: none"> - Tieto järjestelmään päättyy viime kädessä kyseisellä vaiheella toimivan henkilön toimesta - Käyttäjä voi syöttää väärää tietoa, tai unohtaa päivittää tiedon kokonaan - SAP-projektin onnistuminen vaikuttaa supermarket-vaiheeseen

TAULUKKO 2. Järjestelmän SWOT-analyysi.

Kun päätös järjestelmän käyttöönotosta saadaan, on järjestelmätoimittajien muutosten jälkeen seuraavana työvaiheena tehdä tarkemmat ohjeistukset työvaihemuutoksille, keräysprosessille, ja RASKOn Kardexien täyttöprosesseille. Lisäksi tulee määritellä seurattavat eräkohtaisesti seurattavat komponentit ja tehdä tarvittavat työvaihemuutokset ja ottaa huomioon luvussa 5.10 mainitut tehtävät.

Tämän jälkeen tulisi pohtia sitä, miten nyt ulkopuolelle jääneet komponentit saadaan jäljitettävyyden piiriin.

7 LÄHTEET

AGCO Corporation 2017. Values. Luettu 5.9.2017

<http://www.agcocorp.com/about/values.html>

AGCO Power Oy. AGCO Power Oy:n historia. Luettu 5.7.2017 <https://www.agco-power.com/fi/yritys/historia/>

Cognex Corporation. 2017. Company history. Luettu 7.12.2017

<http://www.cognex.com/company-history.aspx>

Cognex Corporation. 2018. Dataman 8050 series. Luettu 6.1.2018

<http://www.cognex.com/products/barcode-readers-scanners/dataman-8050-industrial-barcode-reader/?id=13643&langtype=1033>

Cognex Corporation. 2011. Traceability for the automotive industry. PDF-tiedosto Luettu 7.12.2017

http://acrovision.co.uk/wp-content/uploads/2011/07/Expert_Guide_Traceability_for_the_Automotive_Industry.pdf

Department of Justice, 2014 Justice Department Announces Criminal Charge Against Toyota Motor Corporation and Deferred Prosecution Agreement with \$1.2 Billion Financial Penalty. Luettu 21.3.2017

<https://www.justice.gov/opa/pr/justice-department-announces-criminal-charge-against-toyota-motor-corporation-and-deferred>

GS1 2012. GS1 Global Traceability Standard. PDF-tiedosto. Luettu 5.9.2017

https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/traceability/Global_Traceability_Standard.pdf

GS1. 2017. Bar codes Luettu 7.12.2017

<https://www.gs1.org/barcodes>

Kardex-remstar. 2018. Shuttle-XP pystysuuntainen hissijärjestelmä. Luettu 7.12.2017.

<http://www.kardex-remstar.fi/fi/tuotteet/pystysuuntaiset-hissijaerjestelmaet/shuttle-xp.html>

Kaunismäki, M. Manager, Global Manufacturing Engineering. 2018. Opinnäytetyö esitys. Haastattelu 4.1.2018. Haastattelija Östring, V. AGCO Power Oy. Linnavuori.

Krafcik, J 1988. Triumph of the Lean Production System. PDF-tiedosto. Luettu 7.12.2017

<https://www.lean.org/downloads/MITSloan.pdf>

Kauppinen, M. Järjestelmäinsinööri. 2017. KEKO-tuotannonohjausjärjestelmän ominaisuudet. Haastattelu 28.8.2017. Haastattelija Östring, V. AGCO Power Oy. Linnavuori.

Kuusisto, J. RASKO-ohjelmoija. 2017. RASKO-muutosten vaatimukset. Haastattelu 24.8.2017. Haastattelija Östring, V. AGCO Power Oy. Linnavuori.

Lappalainen, M. Winstore-järjestelmäsuunnittelija. 2017. Puhelinkeskustelu 2.9.2017. Haastattelija Östring, V. AGCO Power Oy. Linnavuori.

Lean Enterprise Institute: Principles of Lean. www-sivu. Luettu 7.12.2017

<https://www.lean.org/WhatsLean/Principles.cfm>

Lean Enterprise Institute. 2017. What is Lean? Luettu 7.12.2017

<https://www.lean.org/WhatsLean/>

Liker, J. 2006. Toyotan tapaan. 1. painos. Readme.fi

Liker, J, Gary L. Convis 2012. The Toyota Way to Lean Leadership New York: McGraw Hill

Opetushallitus SWOT-analyysi. www-sivu. Luettu 14.1.2018

http://www.oph.fi/saadokset_ja_ohjeet/laadunhallinnan_tuki/wbl-toi/menetelmia_ja_ty-ovalineita/swot-analyysi

Rinne, J. Laatupäällikkö. 2018. Opinnäytetyö arviointikeskustelu. Haastattelu 22.3.2017. Haastattelija Östring, V. AGCO Power Oy. Linnavuori.

Rothman, J. 2015. Resource Efficiency vs. Flow Efficiency, Part 1: Seeing Your System Luettu 7.12.2017

<https://www.jrothman.com/mpd/agile/2015/09/resource-efficiency-vs-flow-efficiency-part-1-seeing-your-system/>

Salminen, J. Työnjohtaja. 2017. Jäljitettävyys 6-hallissa. Haastattelu 26.8.2017. Haastattelija Östring, V. AGCO Power Oy. Linnavuori.

Shepardson, D, 2017. U.S. auto recalls hit record high 53.2 million in 2016. Reuters. Luettu 5.7.2017 <http://www.reuters.com/article/us-usa-autos-recall-idUSKBN16H27A>

Stark, J. 2011. Product Lifecycle Management: 21st Century Paradigm for Product Realisation. Lontoo: Springer-Verlag

Statista. 2017. Revenue of the world's largest farm machinery manufacturers 2016. Luettu 5.9.2017 <https://www.statista.com/statistics/461428/revenue-of-major-farm-machinery-manufacturers-worldwide/>

Töyrylä Ilkka. 1999. Realising the potential of traceability - A case study research on usage and impacts of product traceability. PDF-tiedosto. Luettu 5.7.2017 <http://lib.tkk.fi/Diss/199X/isbn9512278081/isbn9512278081.pdf>

Uosukainen, M. Automaatioinsinööri. 2017. Nykyiset automaattioratkaisut ja komponentit. Haastattelu 24.8.2017. Haastattelija Östring, V. AGCO Power Oy. Linnavuori.

8 LIITTEET

Liite 1. AGCO Power Company Presentation 2018

1 (2)

LEADING BRANDS



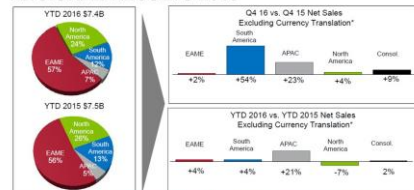
2.4.2018

AGCO TODAY LEADING "PURE PLAY" GLOBAL AG EQUIPMENT COMPANY



2.4.2018

AGCO TODAY REGIONAL RESULTS 2016



2.4.2018

AGCO POWER BRAZIL

Mogi das Cruzes

- Located in Mogi das Cruzes 60 km from São Paulo city
- Founded: 1993
- Total area: 7.500 m²
- Capacity: 120 engines per day (two shift mode)
- Total annual capacity 30.000 engines
- Focus on Stage 0, 2, 3 engines for regulated markets in Brazil and OSA
- Cylinder Block (MD) and Cylinder Head Machining and Engine Assembly



2.4.2018

AGCO POWER ARGENTINA

General Rodriguez

- Located in General Rodriguez 70 km from Buenos Aires
- Founded in 2014
- Total area: 600 m²
- Capacity: 19 engines per day (two shift mode)
- Total annual capacity 3.000 engines
- Focus on Stage 0 engines for market in Argentina
- Engine Assembly and dynamometer test



2.4.2018

AGCO POWER CHINA

Changzhou Factory

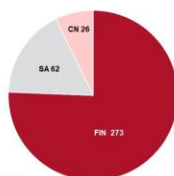
- Located in Jiangsu province, 200 km from Shanghai
- Founded 2012
- Total annual capacity 30.000 engines (in two shifts)
- 3- and 4-cyl MD engines 70 – 130hp
- Emission levels Stage 2, 3, 4, 4F for global markets
- Cylinder Head Machining



2.4.2018

AGCO POWER GLOBAL SALES

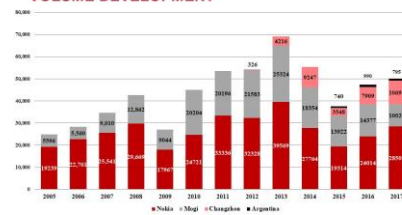
Net sales 361 mEUR



2.4.2018



AGCO POWER VOLUME DEVELOPMENT



2.4.2018



AGCO POWER ENGINE ASSEMBLY

State-of-art assembly factory

- Two main factories, hall 5&6
- Automated engine assembly
- Capacity 180 engines/day
- Direct personnel 125
- 3000 active items and 300 mBOM
- 100% Hot test



2.4.2018

AGCO POWER COMPONENT MANUFACTURING

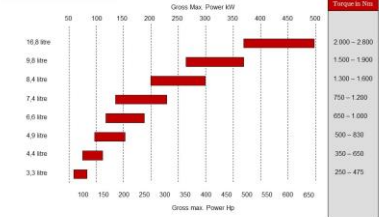
Main components are manufactured in-house

- Parts produced in-house:
 - Cylinder blocks
 - Cylinder heads
 - Gear wheel housings
 - Valve mechanism
 - Low pressure tubes
- Automated manufacturing lines for high volumes, 48 robots
 - Transfer line for cylinder blocks (capacity 20 000 parts)
 - FMS-system for blocks (capacity 15 000 parts)
 - Dedicated line for cylinder heads (capacity 50 000 parts)
- Personnel 70
- 500 tonnes cut metal is recycled annually



2.4.2018

AGCO POWER
ENGINE FAMILY



2/4/2018



AGCO POWER
REFERENCES - TRACTORS



2/4/2018



AGCO POWER
REFERENCES - AGRICULTURAL
APPLICATIONS



2/4/2018



AGCO POWER
REFERENCES - OTHER OFF-ROAD APPLICATIONS



2/4/2018



Liite 2. Sinet / APS

Hae

SINET

Etusivu | HR | IT | Talous | R&D | Tuotanto | Hankinta | Laatu | Tuotehallinta | After Sales | APS | Ulos

APS

APS

viimeksi muokattu 30.10.2015, Sorjamaa, Katja

APS organisaatio >

APS ohjausryhmä >

Koulutus >

Materiaalit >

Jatkuva parantaminen >

Media Center - haku >

APS

APS = AGCO Production System on koko konsernin kattava kehitysjärjestelmä. APS:n mukainen kehitys koskee meitä kaikkia, koko henkilöstöä ja organisaatiota.

APS:n tavoitteena on

1. Liiketoiminnan kannattavuuden parantaminen
2. Työn tehokkuuden ja tuottavuuden parantaminen työkuormaa lisäämättä
3. Vuorovaikutuksen lisääminen ihmisten ja ryhmien välillä
4. Paremman kilpailukyvyyn luominen ja yritystoiminnan jatkuvuuden varmistaminen
5. AGCO:n tehtaiden toimintatapojen yhdenmukaistaminen

APS:n taustalla on LEAN-periaatteiden soveltaminen käytäntöön

- Arvon ja arvoa tuottamattoman työn tunnistaminen sekä hukan eliminointi
- Virtauksen parantaminen ja läpimenoajan lyhentäminen
- Standardoiminen ja jatkuva parantaminen

16.03.2011
Jarvinen, Kristiina
APS

7 types of waste (or *Muda*): Classification of the main types of waste in production systems as defined by Taiichi Ohno, the father of waste elimination in manufacturing operations. Waste is defined as anything that uses resources, but does not add real value to transforming the product or service. They are:

1. Waste from overproduction
2. Waste from waiting or idle time, including a) man waiting on machine, b) man waiting on man, c) machine waiting on man or d) machine waiting on machine)
3. Waste from unnecessary transportation
4. Waste from inefficient processes or over processing
5. Waste of unnecessary stock on hand
6. Waste of motion and efforts
7. Waste from producing defective goods or making corrections

In recent years, an eighth type of waste was identified, waste from unused creativity (human potential).

8 types of waste: Combination of the 7 types of waste defined by Taiichi Ohno and the addition of the later developed eighth type of waste, waste from unused creativity (human potential)

Abnormality management (or *Jiyo-kanri*): Being able to see and quickly take action to correct abnormalities (any straying from *Standard Work*). This is the goal of standardization and visual management. Continuous waste elimination and problem-solving through Kaizen are only possible when the abnormalities are visible.

Activity-based costing: A management accounting system that assigns cost to products based on the resources used to perform the applicable processes (design, order entry, production, etc.). These resources include floor space, raw materials, energy, machine time, labor, etc.

Activity network diagram: See 7MP tools

Actual person-hours: One person-hour = 60 minutes of available work time. The sum of person-hours (actual number of operations multiplied by actual hours worked per operator) used to produce a set number of units.

Affinity diagram See 7 quality tools

Andon board: A visual control device typically in production areas, utilizing a lighted overhead display or board. Andon are used to give the current status of the production system and alert team members to emerging problems or abnormal situations.

As is: A representation or description of a current state (i.e., an organization, a process, etc.).

integrated entity so that timely, accurate, real time data can be effectively used by various levels of management.

error-proofing (mistake-proofing or *poka-yoke*): A process and set of techniques for anticipating, detecting and preventing errors that adversely affect product quality, process efficiency and customer satisfaction. It focuses on preventing defects at the source through adherence to work practices that ensure precision in all work processes. It includes any change to an operation (such as checklists, templates, fixtures or screens) that helps the operator reduce or eliminate mistakes that could lead to quality defects.

every part every "X": Measured in terms of time (hours, days, weeks, months, etc.), Every product every "X" indicates the level of flexibility to produce whatever the customer needs. For instance, every product every day would indicate that changeovers for all products required can be performed each day and the products can be supplied to the customer.

executive steering committee (ESC): The ESC typically consists of a site's senior management team or a subset of it (five to nine people are best). The ESC directs and leads all change efforts with chartered change teams, from moving an office, to installing new computers, to introducing a new product or service. The ESC is not concerned with the day-to-day work of the organization; the existing management team handles this. Change teams brief the ESC once a week for about five minutes. ESC members also select and prioritize implementation initiatives, allocate resources, select team leaders and members (with the team leader), coach and guide the teams, and resolve issues off-line from the ESC meeting.

excess inventory: Raw materials, work in process and finished goods not immediately required to fulfill a customer order. Inventories are held in storage for future withdrawal.

experiential CI (or Lean) opportunity: Occasion for Lean identified as a result of a method of learning which occurs at intellectual, emotional and behavioral levels in an integrated manner when experiences are transformed into knowledge.

external customer: Any party outside the organization that purchases or relies on goods or services produced by the organization.

external supplier: Any party outside the organization that provides goods or services to the organization.

facilitation: Concerns itself with all the tasks needed to run a productive and impartial meeting or event. Facilitation serves the needs of any group who are meeting with a common purpose, whether it be making a decision, solving a problem or simply exchanging ideas and information. It does not lead the group, nor does it try to distract or to entertain.

facilitator: Someone who skillfully helps a group of people understand their common objectives and assists them in achieving them without taking a particular position in the discussion. The facilitator will try to assist the group in achieving a consensus on any

NOVEMBER 27, 2017



MOOTTORIKOMPONENTTIEN
JÄLJITETTÄVYYS
5-HALLISSA

VILLE ÖSTRING
AGCO POWER
LINNAVUORENTIE 8-10



AGCO Power Inc.
Linnavuorentie 8-10, 37240 Linnavuori, FINLAND
www.agcopower.com

Tel. +358 20 786 3600

2.4.2018

1. YLEISESTI

Tässä dokumentissa esitellään 5-hallin R-linjan sarja- ja eränumeroiden jäljitettävyyden mahdollistavat muutokset ja ehdotetun ratkaisun. Kaikille ehdotetuille toiminnoille on yhteistä, että tieto päättyy lopulta KEKOon. KEKOsta voidaan etsiä tietoa joko moottori-, sarja- tai eränumeron avulla.

Tämän ehdotuksen muutoksilla ei pystytä seuraamaan kaikkien nimikkeiden sarja- tai eränumeroita. Se ei kata esimerkiksi esikokoonpanoja R-linjalla, mutta se sisältää edellytykset jäljitettävyyden käyttöönottoon ja luo pohjan järjestelmälle, jota voidaan myöhemmin laajentaa. Huomion arvoista on myös, että tämä ehdotus ottaa kantaa vain siihen, että miten tietoa käsitellään ja seurataan. Toimittajilta vaadittavan tiedon sisältö, esim. formaatti datamatriiseissa tai sisäisen varastoinnin eränumeroiden hallinta tulee määritellä yhdessä niistä vastaavien osastojen kanssa. Tarvittavien järjestelmämuutosten vaatimien resurssien vuoksi, kaikkien kuvattujen ominaisuuksien käyttöönotto on alustavasti arvioituna 2019 vuoden ensimmäisellä vuosineljänneksellä.–

2. RASKO

2.1. Toteutus

RASKOn muutoksilla saadaan aikaan jäljitettävyyden seuraaville komponenteille:

Eränumerokohtainen seuranta

- Kardexien kautta asennettavat komponentit
 - o Kiertokankien kohdalla epätarkkuutta keräystavasta johtuen

Sarjanumerokohtainen seuranta

- Sylinterikannet
- Nokka-akselit
- Kampiakselit
- Sylinteriryhmät (seurataan jo nykyisinkin)



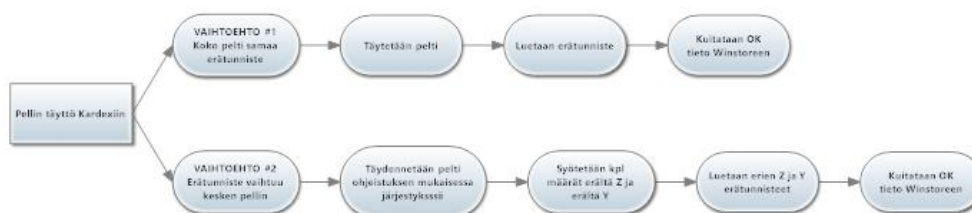
AGCO Power Inc.
Linnavuorentie 8-10, 37240 Linnavuori, FINLAND
www.agcopower.com

Tel. +358 20 786 3600

2.4.2018

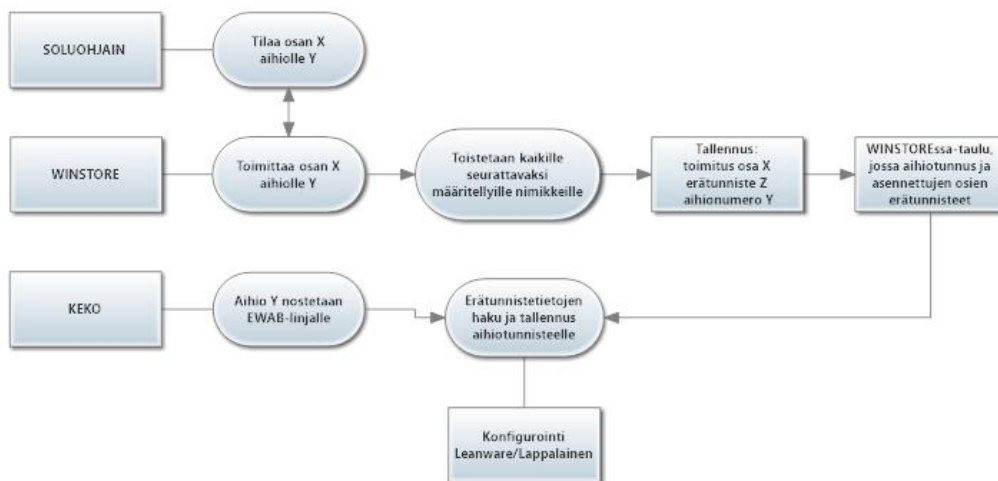
2.2. Toimintaperiaate

2.2.1. Erätunnisteiden jäljitettävyyden



Kaavio 1. Toimintaperiaate käyttäjän näkökulmasta.

Muutosten jälkeen Kardex-varastoautomaatin täyttöprosessiin lisätään erätunnisteen luku. Winstoren-pääkäyttäjä määrittelee onko nimikkeen erätunniste seurattava tieto. Näiden tietojen kohdalla Winstore kysyy peltiä täytettäessä erätunnistetta. Mikäli erätunniste vaihtuu kesken pellin, syötetään kappalemäärät erästä Z ja erästä Y. Pellin täyttöjärjestys tulee olla ohjeistettu käyttäjälle.





AGCO Power Inc.
Linnavuorentie 8-10, 37240 Linnavuori, FINLAND
www.agcopower.com

Tel. +358 20 786 3600

2.4.2018

Kaavio 2. Toimintaperiaate järjestelmän näkökulmasta

Winstore tallentaa tiedon käyttäjältä saamistaan erätunnisteista aihionumerokohtaisesti. Kun aihio siirretään välivarastosta EWAB 1.5 -linjalle, KEKO lukee Winstorelta aihiotunnukseksi asennettujen osien erätunnisteet ja liittää nämä tällä numerolla määriteltävän moottorinumeron alle.

2.2.2. Sarjanumeroiden jäljitettävyyys

Raskon sisällä tullaan seuraamaan ainoastaan sylinterikansien sarjanumeroa. Työvaihe on täysin automaattinen. Kansisoluun tehdään robotille työvaihemuutos, jossa robotti käy näyttämässä sylinterikannen 2D-matriisin lukijalle, joka tallentuu Winstoreen moottorinaihionumerolle kaavio 2:n mukaisesti.

Nokka- ja kampiakselit tulevat myös olemaan sarjanumerolla jäljitettäviä, mutta niiden varsinainen lukuvaihe on EWAB 1.5-linjan ensimmäisellä työvaiheella. Nokka-akselin 2D-matriisi on luettavissa ennen kannen takapäin kuppitulpan asennusta. Kampiakseleiden 2D-matriisit tullaan siirtämään kampiakselin takapäähän, jolloin nekin ovat luettavissa tällä vaiheella. Lukutoimintoihin tullaan käyttämään jo muutamilla työvaiheilla olevia COGNEX DM8050 -lukijoita.

2.3. Muutostarpeet

Toimintojen mahdollistamiseksi tarvitaan ohjelmistomuutoksia Winstoreen ja KEKOon. Näistä on saatu tarjous järjestelmätoimittajilta ja niiden toteutuminen tulee hoitaa yhteistyössä järjestelmäinsinöörien kanssa. Lisäksi tarvitaan muutoksia käytännön prosesseihin seuraavanlaisesti:

RASKOn Kardexit-varastoautomaatit

- Täyttö prosessin ohjeistus uusien työvaiheiden osalta
- Pellin täyttöjärjestys ohjeet eri nimikkeille
- Erätunnisteiden määrittely
 - o Winstoreen
 - o Pakkauksiin
- Jokaiselle Kardex-täyttöaukole viivakoodinlukijat ja niiden konfigurointi

Kansisolu

- Viivakoodilukija itse soluun
- Robotin ohjelmamuutos sylinterikannen viivakoodin lukua varten

EWAB 1.0-1.5

- Uusi työvaihe: nokka- ja kampiakselin 2D-matriisin luku
- KEKO-työvaihemuutos uusille työvaiheille



AGCO Power Inc.
Linnavuorentie 8-10, 37240 Linnavuori, FINLAND
www.agcopower.com

Tel. +358 20 786 3600

2.4.2018

- COGNEX DM8050 lukijan hyödyntäminen

3. EWAB- & AGV-linja

EWAB- ja AGV-linjoilla nimikkeitä tullaan jäljittämään samoin kuin RASKOssa, sekä erätunnisteen, että sarjanumeron avulla. Ehdotus jakaa nämä kaksi kahteen eri toimintamalliin.

Tämän ehdotuksen muutokset mahdollistavat seurattavuuden Supermarketista keräystabletin avulla kerättyihin nimikkeihin, sekä kaikkiin niihin 2D-matriisilla varustettuihin nimikkeihin, joiden sarjanumerokohtainen seuranta vaiheella halutaan aloittaa.

3.1. Erätunnisteiden jäljitys



Kaavio 3.

Tämän kehitysehdotuksen taustalla on KEKO kehitysehdotus #40 (M. Kauppinen). Seurattavaksi määritellyiden nimikkeiden kohdalla on ylläpidettävänä tietona erätunniste. Keräilytabletilta osia keräiltäessä tallentuu kyseisen osan erätunniste automaattisesti keräilyssä olevan kokoonpanon tietoihin. Tabletilla pystytään syöttämään uusi erätunniste sen vaihtuessa, ja tarvittaessa pakottamaan sen päivittäminen niissä tilanteissa, missä kenttä on tyhjä.



AGCO Power Inc.
Linnavuorentie 8-10, 37240 Linnavuori, FINLAND
www.agcopower.com

Tel. +358 20 786 3600

2.4.2018

3.2. Sarjanumeroiden jäljitys

Sarjanumerokohtainen jäljitettävyyden toteuttamiseksi ehdotetaan vaiheella tapahtuvaa 2D-matriisien lukua. Lukutapahtuma voi olla joko suoraan varsinaisella asennusvaiheella, tai niitä voidaan koostaa useaksi lukutapahtumaksi soveltuvalle vaiheelle.



Kaavio 4.

Sarjanumeroiden lukua varten tarvitaan COGNEX DM8050-lukija jokaiselle lukuvaiheelle. Tiedon tallennukseen hyödynnetään KEKOssa jo olemassa olevaa sarjanumeron tallennustoimintoa.

3.3. Muutostarpeet

Näitä toimintoja varten tarvitaan seuraavia muutoksia:

Supermarket / erätunnisteet

- KEKO kehitysehdotus #40
- Logistiset vaatimukset
 - o Uudelleen pakkaus / eräkohtainen varastointi
- Esikeräyksen henkilöstölle lisävastuuna erätunnisteiden ylläpito
 - o Miten varmistetaan tiedon ajantasaisuus?

Vaiheella luettavat sarjanumerot

- COGNEX-lukijoiden hankinta n kappaletta
- KEKO työvaihemuutokset
- Seurattavien osien parametointi
 - o Tiedon sisältö / sen määrittely
 - o Halutun tiedon sijainti
- o KEKO parametrit tallennetulle osuudelle (esim. IQA-koodit)